



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Reducción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las
aguas residuales domésticas usando roca natural Alcaparrosa”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Rengifo Pereyra, Mery (ORCID: 0000-0001-8788-3915)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria:

El trabajo de tesis va dedicado a Dios por cuidarme, darme salud y guiarme para poder concluir con mi carrera profesional. A mis padres y hermanos, por el apoyo económico y moral para poder superarme en los momentos más arduos de mi carrera. A Valentina mi adorada hija quien representa mis fuerzas y ganas de salir adelante

Agradecimiento:

A mis progenitores y hermanos por el apoyo incondicional durante la formación académica. A mi asesor, por la asesoría basada en conocimiento, experiencia y motivación durante el proceso de desarrollo de la tesis. A la Universidad Cesar Vallejo por formarme como profesional y como persona. Al laboratorio GREENLAB PERU S.A.C por proporcionarme su laboratorio durante todo el desarrollo de la investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	32
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	32
3.2. Variables y Operacionalización.....	32
3.3. Población, muestra y muestreo y unidad de análisis.....	33
3.4. Técnica e instrumento de la recolección de datos.....	34
3.5. Procedimiento de la obtención de datos.....	37
3.6. Método de análisis de datos	48
3.7. Aspectos éticos	48
IV. RESULTADOS	49
V. DISCUSIÓN	69
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS	73
ANEXOS	86

Índice de tablas

Tabla 1. LMP para los efluentes de un PTAR domésticos	21
Tabla 2. Coagulante y rango efectivo del pH	24
Tabla 3. Sustancias alcalinas para modificar el pH.....	24
Tabla 4. Tiempo de sedimentación de las partículas en función al diámetro	30
Tabla 5. Técnica e Instrumentos para la obtención de datos	34
Tabla 6. Validación de los instrumentos de recojo de datos	36
Tabla 7. Coordenadas UTM.....	38
Tabla 8. Lecturas de caudal del agua residual doméstica	39
Tabla 9. Métodos usados para la obtención de datos.....	42
Tabla 10. Diseño de experimentos	43
Tabla 11. Matriz de experimentación	44
Tabla 12. Composición típica de la Alcaparrosa Peruana.....	49
Tabla 13. Caracterización de las aguas residuales domésticas.....	49
Tabla 14. Resultado de la matriz de experimentación	53
Tabla 15. Turbidez con respecto al dosis del coagulante	55
Tabla 16. Turbidez con respecto a la dosis del coagulante	56
Tabla 17. Turbidez con respecto a la dosis del coagulante	57
Tabla 18. Turbidez con respecto al diámetro de partícula	58
Tabla 19. Turbidez con respecto al diámetro de partícula	59
Tabla 20. Turbidez con respecto al diámetro de partícula	60
Tabla 21. Turbidez con respecto al tiempo de sedimentación	61
Tabla 22. Turbidez con respecto al tiempo de sedimentación	62
Tabla 23. Turbidez con respecto al tiempo de sedimentación	63
Tabla 24. Resultado de los parámetros fisicoquímicos y microbiológico- prueba 10.....	64

Índice de figuras

Figura 1. Apariencia de la roca nativa Alcaparrosa, (A) hidratado, (B) anhídrido.	15
Figura 2. Representación esquemática de la partícula de Arcilla	15
Figura 3. Reacción del Fe_2O_3 como coagulante	16
Figura 4. Estabilidad de los coloides	22
Figura 5. Proceso de coagulación	23
Figura 6. Fuerzas de repulsión y atracción.....	25
Figura 7. Reestabilización de partículas	25
Figura 8. La coagulación y sus fases	26
Figura 9. Coagulación por adsorción.....	27
Figura 10. Coagulación mediante barrido.....	27
Figura 11. Floculación	29
Figura 12. Sedimentación.....	30
Figura 13. Prueba de jarras	31
Figura 14. Ubicación geográfica del lugar de estudio.....	37
Figura 15. Punto de muestreo y sus coordenadas	38
Figura 16. Recolección de muestras, (A) poza de sedimentación, (B) llenado de la muestra, (C) hermetizando a galón con 12 litros de muestra	40
Figura 17. Obtención de muestras, (A) recojo de la muestra, (B) agregando H_2SO_4 a la muestra DQO, (C) acondicionamiento de las muestras ...	41
Figura 18. Caracterización del efluente (A) muestras en el laboratorio, (B) homogenización de las muestras, (C) análisis físico-químico del agua residual doméstica.	42
Figura 19. Proceso del coagulante, (A) triturado, (B) Tamizado, (C) Guardado... ..	43
Figura 20. Pesaje del material floculante, (A) pesaje, (B) material pesado	45
Figura 21. Muestra a tratar (A) vasos de 200mL sin muestra (B) vasos de 200mL con muestra.....	45
Figura 22. Coagulación, (A) adición de la roca Alcaparrosa, (B) agitación rápida	46
Figura 23. Floculación, agitación lenta	46
Figura 24. Proceso de sedimentación, (A) muestra sedimentando, (B) tiempo concluido de sedimentación	47

Figura 25. Procedimiento de análisis, (A) llenando de la celda del turbidímetro con agua tratada, (B) turbidímetro leyendo la muestra, (C) resultado de turbidez en NTU	47
Figura 26. Acondicionamiento de las muestras tratadas para ser transportadas al laboratorio ENVITOTEST S.A	48
Figura 27. Resultado inicial de la Demanda Bioquímica del Oxígeno	51
Figura 28. Resultado inicial de la Demanda Química del Oxígeno	51
Figura 29. Resultado inicial de los Coliformes Termotolerantes	52
Figura 30. Comportamiento de la turbidez con respecto a las 36 pruebas	54
Figura 31. Resultado de la turbidez- prueba 10	54
Figura 32. Turbidez vs dosis del coagúlate	55
Figura 33. Turbidez con respecto a la dosis del coagulante	56
Figura 34. Turbidez vs dosis del coagulante	57
Figura 35. Turbidez con respecto al diámetro de la partícula	58
Figura 36. Turbidez vs diámetro de la partícula	59
Figura 37. Turbidez con respecto al Diametro de partícula	60
Figura 38. Turbidez vs tiempo de sedimentación	61
Figura 39. Turbidez con respecto al tiempo de sedimentación	62
Figura 40. Turbidez con respecto al tiempo de sedimentación	63
Figura 41. Porcentaje de reducción de la Turbidez	65
Figura 42. Porcentaje de reducción DBO5	66
Figura 43. Porcentaje de reducción de la DQO	67
Figura 44. Porcentaje de reducción Coliformes Termotolerantes	68
Figura 45. Uso del agua residual doméstica por los pobladores para sus actividades agrícolas y ganaderas	116
Figura 46. Salida del agua residual doméstica, por donde es desechada al suelo	116
Figura 47. Fotografía ubicación del área de investigación, Bolívar – La Libertad	117
Figura 48. Fotografía de las pruebas preliminares realizadas en el laboratorio	117

Resumen

Es necesario el uso de agua apta para consumo humano, así como para actividades de agricultura y deben tener condiciones de salubridad para no perjudicar a las personas y el ambiente natural. La investigación presenta una alternativa para mejorar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de Turbidez, pH, Conductividad Eléctrica, temperatura, Oxígeno Disuelto, DBO₅, DQO y Coliformes Termotolerantes de las aguas residuales domésticas que se generan en la localidad de Bolívar - La Libertad, usando la roca natural Alcaparrosa. Las pruebas experimentales se realizaron en 42 litros de muestras de agua residual mediante los procesos secuenciales de coagulación, floculación y sedimentación. Se concluye que la roca natural “Alcaparrosa” utilizada con una granulometría de 26 µm a una dosis de 0.16 g/200ml con una primera agitación de 200 rpm por 60 segundos seguido de una segunda agitación de 40rpm por 5 minutos y dejando sedimentar por 30 minutos fue eficiente para reducir la turbidez 99.10%; Asimismo redujo 94.62% la DBO₅, 94.84% la DQO y 99.99% los Coliformes Termotolerantes. Por los resultados encontrados en el tratamiento, la roca natural “Alcaparrosa” se constituye en una posibilidad de empleo ventajosa y ecológica en el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Palabras clave: Reducción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, agua residual doméstica, roca Alcaparrosa, tratamiento de agua.

Abstract

The use of water suitable for human consumption is necessary, as well as for agricultural activities, and it must have healthy conditions so as not to harm people and the natural environment. The research presents an alternative to improve the physicochemical and microbiological parameters of Turbidity, pH, Electrical Conductivity, temperature, Dissolved Oxygen, DBO₅, DQO and Thermotolerant Coliforms of the domestic wastewater generated in the town of Bolivar - La Libertad, using the natural rock Alcaparrosa. The experimental tests were performed on 42 liters of wastewater samples by means of the sequential processes of coagulation, flocculation and sedimentation. It is concluded that the natural rock Alcaparrosa used with a granulometry of 26 µm at a dose of 0.16 g/200ml with a first agitation of 200 rpm for 60 seconds followed by a second agitation of 40rpm for 5 minutes and allowing sedimentation for 30 minutes was efficient in reducing turbidity 99.23%; It also reduced 94.85% BOD₅, 94.62% DQO and 99.99% the Thermotolerant Coliforms. Due to the results found in the treatment, the natural rock "Alcaparrosa" constitutes an advantageous and ecological possibility of employment in the treatment of domestic waste water.

Keywords: *Reduction of physicochemical and microbiological parameters, domestic wastewater, caper rock, water treatment*

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que impacta a la humanidad a nivel mundial es la escasez del recurso hídrico y su calidad ([Llano, 2014](#)). En la actualidad más de 300 millones de pobladores de Latino América originan aproximadamente 225000 toneladas de desechos líquidos por día. No obstante, menor al 5% de las aguas residuales reciben tratamiento adecuado ([Banco Mundial, 2015](#)).

Los países en vía de desarrollo, el 90 % de sus aguas servidas son vertidas a los cuerpos receptores sin recibir ningún tipo de tratamiento ([Morillo, 2017](#)). El Perú se suma a esta problemática debido a que solo el 30% de las aguas servidas reciben tratamiento adecuado, también cuenta con 143 Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales (PTAR), de las cuales el 86% no cumplen con la norma ambiental vigente de un correcto funcionamiento ([Larios et al., 2015](#)).

Bolívar, distrito agroecológico cuenta con una red de alcantarillado construida hace 15 años ([MEF, 2017](#)), sus efluentes son desechados en una poza de sedimentación, no recibe ningún tratamiento y los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados se encuentran por encima de los (LMP) (tabla 13 y anexo 5). Sin embargo, son utilizados por los pobladores de la zona, para regar sus cultivos y como bebida de animales (Anexo7 y figura 45). Entre las causas que originan este problema es el déficit de recursos destinados para el tratar las aguas servidas, las entidades responsables no fiscalizan el área de influencia y la escasa cultura ambiental por parte de los pobladores, ocasionan daños irreparables en la calidad de vida de las personas y a la biodiversidad.

Por la inexistencia de un tratamiento adecuado de las aguas servidas en el distrito de Bolívar, la finalidad del trabajo es, reducir los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los desechos líquidos utilizando un coagulante natural de la zona, que mediante un análisis preliminar contiene los siguientes elementos (anexo 4). De lo mencionado, se plantea el problema general: ¿cuál será el nivel de reducción del parámetro fisicoquímico y microbiológicos de las aguas residuales domésticas

usando roca natural Alcaparrosa?; y los problemas específicos: ¿Cuál será el nivel de reducción de los parámetros físicos de las aguas residuales domésticas usando roca natural alcaparrosa?; ¿Cuál será el nivel de reducción de los parámetros químicos de las aguas residuales domésticas usando roca natural Alcaparrosa?; ¿Cuál será el nivel de reducción de los parámetros microbiológicos de las aguas residuales domésticas usando roca natural alcaparrosa?.

La investigación se justifica a nivel teórico, debido a que aportara información generando conocimiento sobre el un tratamiento eficiente de las aguas residuales domésticas. También, se justifica a nivel práctico, por ser un tratamiento, sencillo, rápido, de bajo costo y al alcance de los pobladores del distrito de Bolívar. Además, se justifica a nivel ambiental, por ser un coagulante ecológico, sostenible y amigable con el ambiente. A su vez, genera un aporte social, debido a que los pobladores contaran con agua tratada a bajo costo, logrando así mejor la calidad de vida de todos los residentes del distrito y la protección del ambiente.

Para la solución al problema, se tiene como objetivo general: determinar el nivel de reducción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales usando con roca natural Alcaparrosa; y como objetivos específicos: Determinar el nivel de reducción de los parámetros físicos de las aguas residuales domésticas usando roca natural Alcaparrosa; determinar el nivel de reducción de los parámetros químicos de las aguas residuales domésticas usando roca natural Alcaparrosa; determinar el nivel de reducción de los parámetros microbiológicos de las aguas residuales domésticas usando roca natural alcaparrosa. Además, se pretende confirmar la hipótesis general: El uso de la roca natural Alcaparrosa reducirá los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentes en las aguas residuales domésticas; y las hipótesis específicas: El uso de la roca natural Alcaparrosa reducirá los parámetros físicos de las aguas residuales domésticas; el uso de la roca natural Alcaparrosa reducirá los parámetros químicos de las aguas residuales domésticas; el uso de la roca natural Alcaparrosa reducirá los parámetros microbiológicos de las aguas residuales domésticas.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes que se relación con la investigación en el ámbito nacional: [Chacón y Ramos \(2019\)](#), utilizaron organoarcilla para reducir la Demanda Química del Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO₅) y turbidez (NTU) de las aguas servidas. Para los tratamientos se realizaron los ensayos en el laboratorio mediante la prueba de jarras. En la etapa (I), utilizaron organoarcilla mas tara, en la etapa (II) solo usaron organoarcilla. La turbidez redujo de 75.7 a 1.53 NTU con 97.89% de remoción, la DBO₅ redujo de 300 a 94.30mg/L con 68.56% de remoción y la DQO reduciendo de 628 a 191.33mg/L con remoción de 69.53%. A condiciones de 1g/100mL de organoarcilla y 2g/100mL de goma de tara, pH de 7.5 con una velocidad de 300rpm por 60 segundos y 60rpm por 20 min y 1 hora de sedimentación.

En Puno [Saavedra \(2016\)](#), realizó un tratamiento con Cal artesanal y Alumbre andino “Collpa” para determinar la remover los parámetros físico-químicos del agua residual. A través del método de floculación, coagulación y sedimentación, con el floculante (CaO) al 50% de pureza, a dosis de 400(mg/l), para un pH10, en un tiempo de reposo de 24 minutos para su sedimentación respectiva. La Cal artesanal logró la remoción de (P) el 74.69%, DQO el 91.13%, SST el 84.16%, Turbidez el 83.63%, CE 66.66% y la remoción con el coagulante “Collpa” al 49% de pureza se logró la remoción de (P) el 72.49%, DQO el 91.30%, SST el 82.50%, turbidez el 80%, CE 66.66%. La concentración óptima fue de 400(mg/l), pH 5.3 y tiempo de sedimentación de 24 minutos. Se evidencia una mínima diferencia de mayor remoción de los parámetros físico-químicos utilizando el coagulante Cal.

En Lima [Rivera \(2017\)](#), determinó la efectividad de dos coagulantes *Moringa oleífera* (MO) y Carbón activado (CA) para tratar el agua residual resultante de un lavado vehicular, se recogió 12 litros de muestra a la salida del vertimiento del agua residual, para remover las impurezas presentes en el agua, medió los parámetros in situ (pH y T °C) y los parámetros como, turbidez, SST, DBO₅,

DQO, el tratamiento se realizó en el laboratorio a través del “test de jarras”. La dosis óptima fue de 140mg/L, mezcla rápida de 120rpm por 10 minutos, reduciendo a 60rpm por 30 minutos y se dejó sedimentar la muestra 60 minutos. La remoción fue 97% de SST, 98% de turbidez, 97% de SST, 98% de la DBO₅ y 97% de la DQO. Los parámetros después del tratamiento cumplieron con los Valores Máximos Admisibles (VMA) para aguas residuales no doméstica para vertimiento al alcantarillado.

En Cajamarca [Guainlo \(2019\)](#), Comparo el rendimiento de dos tipos de coagulantes naturales, *Aloe barbadensis* y *Moringa oleífera* para tratar aguas residuales domésticas. El diseño fue experimental, la población fue una vivienda, usó 36 litros de muestra para tres tratamientos diferentes (T1) uso polvo de la moringa (T2) fue polvo de aloe barbadenses y para el (T3) polvo de la *Moringa oleífera* más polvo de *Aloe barbadenses*. La dosis óptima fue de 500mg de *Aloe barbadensis* y 800 mg/L de *Moringa oleífera*, la agitación máxima y mínima fue de 100 y 30 rpm/min, se dejó reposar 3 horas. Se logró una reducción 96.2 NTU a 10.3 NTU, conductividad 684 us/cm a 203.3 us/cm. Las mezclas de los coagulantes naturales son efectivos y eficaces en la eliminación de la turbidez (NTU) de las aguas residuales domésticas.

En Moyobamba [Villacrez \(2017\)](#), usó como coagulante y floculante el *Aloe vera* para tratar efluentes domésticos, la técnica para el tratamiento fue la prueba de jarras, utilizó 30 litros de muestra, para diferentes dosis de coagulante *Aloe vera* 10,15,20,25,30 y 35 ml/L, la dosis óptima fue 15 mg/L y un tiempo de vida de la muestra de 30 días. Los resultados de los parámetros analizados antes y después son: turbidez de 120 a 32.7 NTU, potencial de hidrogeno 7.25 a 7.73, Demanda Química del Oxígeno (DQO) de 3654 a 1410 mg/L, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) de 1825 a 724 mg/L, temperatura 25.2 a 25. El coagulante *Aloe vera* mostró mayor efectividad en la reducción de contaminantes presentes en los efluentes domésticos.

En Lima [Meza \(2018\)](#), determinó la eficiencia del coagulante y floculante

natural de la “penca” *Hylocereus lemeirei*, para descontaminar efluentes originadas de las viviendas. El valor del análisis inicial del agua fue: 1.5 mg/L de la DBO₅, 6.88 mg/L de la DQO, 681 uS/cm de la C.E, 7.074 ml/L de Oxígeno disuelto, 92.5 de Turbidez, 20 °C de Temperatura y 7.55 de pH. Para la preparación del coagulante, la penca se cortó, secó, trituro y fue pasada por una malla de 150 µm. para el proceso de prueba de jarras se aplicó tres dosis diferentes 3g, 1.5g y 0.7g, se agito a 300rpm por 10 minutos y 100rpm por 5 minutos, el pH ajusto con 3ml de cloruro de sodio. El resultado del agua tratada con “penca” fue: 96.97 mg/L de la DBO₅, 104 mg/L DQO, 2456 uS/cm de C.E, 3.10 mg/L de oxígeno disuelto, 65.13 NTU de turbidez, 20 °C de temperatura y 11.2 de pH. La remoción de la turbidez fue 29,59%.

En amazonas [De la Cruz y Reyes \(2019\)](#), trabajaron con “bentonita” y “Moringa” *oleífera lam*, para tratar aguas brutas, su finalidad fue comparar los dos tratamientos teniendo en cuenta los parámetros como turbidez, color y E. coli, se inició caracterizando el agua contaminada a ser tratada, luego se procedió a realizar los análisis en el laboratorio a través de la variación de diferentes pH (2,2.5,3,3.9,10), con dosis de 150mg/L y 200mg/L tanto para la *Moringa* como para la Bentonita. Logró mejor resultado con la arcilla a un pH 3 y concentración de 200mg/L. El valor de la turbidez fue de 125 -16 NTU que equivale a 96%, color fue de 500-74 Pt/Co con 78.4% y E. coli. de 10 a 1 UCF/100MI con 87.1 % de remoción respectivamente.

En Rodríguez de Mendoza [\(Coronel, 2016\)](#), Trató el agua residual doméstica con “Jacinto” (*Eichhornia crassipes*) y “Lenteja de agua” (*Lemna minor*). Antes del proceso de tratamiento el efluente se pasó por un filtro de grama, el efluente filtrado se agregó a un sistema de biofiltro mediante un estanque, el agua a tratar estuvo detenida por 10 días y se cambió el efluente por cuatro veces y para analizar la eficiencia de las plantas acuáticas se analizaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos. El porcentaje de remoción promedio fue de 88.24%. El tratamiento con “Jacinto” fue más eficiente.

En Chuquibamba [Moreno \(2016\)](#), evaluó tres tratamientos naturales con: *Aloe vera*, *Opuntia ficus indica* y *Caesalpinia spinosa* para tratar el agua residual ubicado en Cajabamba. La investigación fue de diseño experimental a nivel laboratorio. La población fue el conjunto de aguas domésticas de Cajabamba, la muestra fue de 108 litros de agua residual, el método utilizado fue la prueba de jarras B-KER. La eficiencia de remoción de las especies como coagulantes y floculantes, con respecto al *Aloe vera* fue 42.48% NTU, *Opuntia ficus* 61.09% NTU y con la *Caesalpinia spinosa* fue de 48.47%NTU.

En Cajamarca, Chota [Lozano y Rodríguez \(2018\)](#), obtuvieron un coagulante y floculante de la hoja *Óptima ficus indica* “tuna” para la reducir la (NTU) turbidez y color de las aguas crudas. Se realizó el tratamiento através del método “prueba de jarras”, por otro lado, el proceso para la obtención del coagulante se procedió a cortar en pedazos pequeños la tuna para ser secada así mismo fue triturada y tamizada, quedando el tamaño de la partícula menor a 106µm. Las dosis para el tratamiento fueron de 10, 20, 30 y 40 g/L, se mezcló a una velocidad de 120 rpm como máximo y 40 rpm como mínimo. Con dosis 40g/L, el porcentaje de remoción de la turbidez fue de 82%.

En Ayacucho [Ore \(2015\)](#), evaluó la capacidad de dos tratamientos químicos ($Al_2(SO_4)_3$) y ($Al_2(OH)_3Cl$) para la remoción de contaminantes de aguas de baja turbidez en la planta para tratar agua potable localizada. La investigación se realizó a nivel laboratorio con 15 repeticiones, la dosis que mostró el mejor resultado fue de 0.6 mg/L en el tratamiento prueba de jarras, el parámetro respuesta fue la turbidez la muestra se agitó a 270 rpm por 1 minuto y 40rpm por 20 minutos y se dejó sedimentar por 15 minutos. El resultado fue 1.46 NTU con el tratamiento sulfato de aluminio y 1.49 NTU con el tratamiento policloruro de aluminio. Se determinó que el ($Al_2(SO_4)_3$) es un excelente floculante para aguas con turbidez entre (15-60 NTU).

En Huancavelica [Salome y Salvatierra \(2019\)](#), utilizaron la planta *Cassia fisula* para tratar el agua de la minera la Poderosa. El tratamiento de las aguas se

realizó en épocas de estiaje y época de avenida, utilizó 3 niveles de concentración 15mg/L, 20mg/L, 30mg/L y dos tiempos de agitación lenta 30rpm y 40rpm, así mismo trabajaron a un pH entre 8.3 - 8.09. La remoción de la Turbidez fue de 97% en la estación de verano, con óptima dosis de 30mg/L a un tiempo de agitación de 40rpm por 30 min y a un pH de 8.03, mientras que resultado la turbidez fue de 96% en la estación de invierno, fue con una dosis de 20mg/L a un tiempo de agitación de 40rpm por 40 min y a un pH de 8.09. La reducción de la turbidez fue de 97,8%.

En Santiago de Chuco [Espinoza \(2017\)](#), realizó un tratamiento utilizando un biofiltro de piedra pómez para reducir la DBO₅, DQO y STD de las aguas servidas, el estudio de tipo experimental, las muestra a analizar fue de 10 litros, mediante el método Winkler se determinaron los parámetros DBO₅ y DQO y un equipo paramétrico para los STD, se evaluó a diferentes tiempos la muestra de agua negra detenida en el filtro (7 días, 5 días y 3 días), con cantidades de (10,15 y 20 mL) de ME/L de agua servida. Finalmente, la remoción de la DBO₅, DQO y STD se encontró en un rango entre 11.30% - 57.75% con una cantidad de 25 ml de EM/L de agua servida. La eficiencia del filtro fue de 62% en la remoción de los parámetros mencionados.

En Piura [Lizana \(2018\)](#), propuso una alternativa adecuada para tratar de las aguas negras del caserío Villa Palambra. El tipo de investigación fue experimental, teniendo como población la poza de oxidación del caserío de Palambra, la muestra fue de 18L de agua residual doméstica, se realizó dos tipos de tratamiento: A- Filtros percoladores elaborado de roca volcánica y B- humedales de flujo superficial elaborado de macrofita, los resultados fueron muy eficientes con los dos tipos de tratamiento esto debido a su alta remoción de la turbidez 97.3 %, así mismo resulta económicos debido a que el materia utilizado existe en la mismo lugar de estudio.

[Vera et al. \(2016\)](#), determinaron la eficacia del filtro a base de arena, zeolita y carbón activado para remover Boro en las aguas residuales provenientes de una

minera. Se elaboró 3 filtros y utilizaron 7 litros de muestra para cada filtro, logrando remover el (B) 0.7mg/L mientras que los parámetros con pH mayor a 8.4, mostró dificultades para el riego de cultivos esto debido a que los rangos de los parámetros medidos supero lo determinado por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de agua para riego, sin embargo, el filtro a base de arena, zeolita y carbón activado fue capaz de remover hasta un 20% de conductividad eléctrica. Los filtros no mostraron repleción ni efecto sinérgico para la reducción de parámetros evaluados en la calidad del agua.

En el ámbito internacional [Huang et al. \(2018\)](#), utilizaron Sulfato férrico y el efecto de cuatro tipos de rocas naturales para reducir la presencia de nitrógeno y fosforo presentes en las aguas residuales. El tratamiento se realizó a nivel laboratorio, a una temperatura inicial del agua de 30 °C y un pH igual a 9. La eliminación de (N) y (P) con el coagulante $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ más cuatro tipos de rocas el porcentaje de remoción de (P) fue de 53.53%, mientras que del (N) fue de 86.48%. Porcentajes que se determinaron teniendo en cuenta la dosis de coagulante de 6g/L^{-1} y 30 mg L^{-1} PFS y a un pH 6.5. Se determinó que el sulfato férrico y el promotor cuatro tipos de rocas son relevantes en la remoción de nitrógeno (N) y fosforo (F) presente en las aguas residuales.

En Colombia [Otavo \(2019\)](#), sintetizo la organoarcilla a partir de la bentonita para tratar los desechos líquidos proveniente de una industria de pinturas, su finalidad fue eliminar el colorante tartrazina, para determinar la remoción de la tartrazina se tuvo en cuenta el pH, la fuerza iónica, la velocidad de mezcla de la muestra, masa de absorbente y tiempo de contacto, así mismo para sintetizar la bentonita se usó hexadeciltrimetilamonio para producir un espacio interpaginar, el PH para el tratamiento fue entre 2-9 y con velocidades de agitación mayor a 200rpm, el tiempo de contacto fue mayor a 60 minutos y una dosis de 30mg/L. La remoción de la tartrazina fue de 98%.

En el Salvador [Calderón, López y Siete \(2016\)](#), determinaron el rendimiento del carbón activado y zeolita activada para reducir los contaminantes presentes en

las aguas provenientes de una industria de pinturas. El tratamiento se realizó a través de la prueba de jarras a nivel laboratorio con distintas dosis, la zeolita fue efectiva con un pH inicial de 7.4. agitación de 30rpm por 5 minutos coagulante 1.2g/600ml. La DBO₅ redujo de 298.3 mg/L a 22.2 mg/L, la DQO de 1519 a 75.2 mg/L. Los resultados no cumplieron la norma salvadoreña.

En Guayaquil [Cercado y Zande \(2019\)](#), elaboraron un humedal artificial a base de zeolita (piedra volcánica) para conocer el comportamiento de la DBO₅, DQO y Oxígeno en aguas servidas. El tratamiento se realizó a través de una muestra piloto con tres alturas diferentes 25cm, 35cm y 45cm, la DBO₅ con el agua sin tratar fue de 193.3 mg/L, después de ser tratada con (Z) fue 22.2 mg/L y con (CA) fue de 552.20, mientras que la DQO del agua sin tratar fue 682.4 mg/L luego de ser tratada con (Z) fue de 75.1 mg/L y con (CA) fue 383 mg/L. La eficiencia de remoción de (Z) fue de 34.48%, de la DQO fue de 95.54%, la DBO₅ fue de 93.54% mientras que con la (CA) de 65.36%. Los valores obtenidos se encuentran dentro de la norma salvadoreña NOS 13.49.01:09.

En la India [Sethupathy \(2015\)](#), utilizó Alumbre y *Moringa oleífera* para descontaminar aguas brutas con baja turbiedad, se inició caracterizando los parámetros físico-químicos como pH, Turbidez y CE, luego se molió la *Moringa* en un mortero, el polvo se dosificó en cantidades de 10,20, 30 y 40mg/L, estas dosis se añadió a la muestra y se mezcló a 120 rpm y se dejó sedimentar 120 minutos mientras que las dosis del Alumbre fue de 15,25,35 y 45 mg/L . Redujo la turbidez de 27 a 3.1NTU, Conductividad 575 a 310, a condiciones de pH 6.2 y dosis óptimas de 35 mg/L y 20mg/L.

En Grecia ([Bourliva et al. \(2017\)](#)), trataron las aguas residuales domésticas utilizando arcilla bentonita. El tratamiento se realizó a temperatura ambiente, los parámetros a reducir fueron: pH, CE, color, ion nitrato, ion amonio, iones fosfato y metales tóxicos. Se realizaron varias pruebas de jarras en el laboratorio y se determinó que la dosis adecuada fue de 7.5g/300mL, se trabajó a condiciones de 400rpm de agitación rápida durante 1 minuto, reduciendo la velocidad a 40 rpm

por 30 minutos, en este tiempo lento de agitación se añadió cloruro de polialumino y polielectrolito catiónico y se dejó reposar por 20 minutos, luego la muestra tratada fue pasada por un filtro 0.45 µm. El resultado con respecto a la conductividad redujo de 1497 a 1929 (µS/cm), pH de 8.71 a 6.61 y color 2375 a 99.75 (Pt/Co). El tratamiento con pura bentonita fue más favorable en la remoción de la DQO que fue de 80%. El agua después de ser tratada fue apta para el uso de riego, natación y agua para peces.

En Colombia ([Herrera \(2015\)](#)), comparo un coagulante natural, el almidón de la cascara de papa (ACP) con un coagulante químico $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (Alumbre) para tratar las aguas residuales domésticas. La obtención del coagulante inicio a través del lavado de la papa, pelado, triturado la cascara, secado y tamizado en una malla de 68µm. Los tratamientos se efectuaron a través de varios ensayos de prueba de jarras. La calidad del agua mejoro con una dosis adecuada de coagulante (AP) 50mg/L a un pH de 7.56 con una velocidad máxima de mezcla de 120rpm por 1 minuto y una velocidad mínima de 30rpm por 20 minutos respectivamente. Los resultados redujeron de 355 a 19.6NTU el con el tratamiento $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y con el tratamiento (ACP) de 355 a 20NTU. Se determinó que el coagulante (ACP) tiene mayor eficiencia en la remoción de contaminantes en las aguas residuales domésticas.

En la India [Jayalakshmi, Vara y Dwarapureddi \(2017\)](#), compararon la efectividad de 16 tipos de coagulantes en el tratamiento de aguas brutas, se basaron en trabajos nacionales e internacionales realizados por expertos, la especies con coagulantes naturales nativos tomados en cuenta son: *Moringa oleifera*, *Vigna anguiculata*, *Parkinsonia aculeate*, *Opuntia spp*, *Jatropha curcas*, *Cicer arietinum*, *Prosopis laevigata*, *Optimus ficus indica*, *Cassia alata*, *Arachis hypogear*, *Citrullus lanatus*, *Coccinia indica*, *Sinapsis alba*, *Strychnos potatorum*, *Opuntia dillenii* y *Trigonella foenum- graccum*. Las especies de coagulante naturales con mejor remoción en la turbidez resulto ser la *Moringa oleífera* con 98.5% a una dosis de 30g/500ml a un pH 5.3. Según expertos el tratamiento que a corto plazo pueden remplazarlo a los coagulantes químicos.

En la India [Saini et al. \(2017\)](#), utilizaron el Cloruro Férrico (FeCl_3) y Sulfato de Aluminio ($\text{Al}(\text{SO}_4)_3$), para el tratar el agua residual con carbofurano, las muestras fueron simuladas. El tratamiento se realizó en el laboratorio a través de la prueba de jarras con varios niveles de pH y dosis de coagulante, la eficiencia de los coagulantes, se analizó teniendo en cuenta la viabilidad de la toxicidad directa y la toxicidad en las células mononucleares humanas. Se determinó que (2-5 μm) concentración baja son relativamente seguros mientras que (8 μm) concentración alta presenta pérdida en la viabilidad.

En Malasia [Birima et al. \(2013\)](#), determinaron el potencial de la semilla de “maní” para tratar aguas turbias sintéticas de una industria, el procedimiento del tratamiento consistió en extraer la semilla de maní, luego se pasó por una licuadora hasta obtener las partículas más pequeñas, el componente de coagulación activo del maní se extrajo con agua destilada y soluciones salinas como, NaCl , KNO_3 , KCl , NH_4Cl y NaNO_3 con diferentes concentraciones de semilla de maní y a 80 °C, a través de la prueba de jarras de 6 vasos de 500ml de muestra se agito a 80rpm por 2 minutos y 40rpm por 30 minutos y se dejó sedimentar 1 hora, luego se midió la turbidez. El resultado del agua turbia tratada redujo de 240 a 140NTU y con una dosis de 20mg/l.

En México [Castañeda y Flores \(2014\)](#), usaron el “carrizo”, “gladiolo” y “totora” para descontaminar las aguas residuales domésticas, en el proceso de experimentación se analizaron los indicadores pH, DBO_5 , Nitrógeno total, grasas, los tiempos de retención del agua en los biofiltros se tuvo en cuenta (3,5 y 7 días) con cuatro evaluaciones en 1año. El tratamiento “totora” redujo la DBO_5 86.7% en el mes de abril, con siete días de retención, temperatura promedio de 26.7 °C. El tratamiento “carrizo” la remoción de la DQO fue 60%.

En Nigeria [Muhammad et al. \(2015\)](#), trataron el agua del rio con semilla de “sandía”. La finalidad de este estudio fue encontrar la dosis, el pH y el tiempo de agitación óptima. Para la preparación del coagulante se extrajo las semillas de sandía, se lavó varias veces y se secó al sol por 7 días luego se molió y se tamizo

en una malla de 53 μ m. El resultado efectivo fue con una dosis de 0.1g/L con un pH de 7, así mismo la agitación rápida fue de 150 rpm por 2 minutos y 80 rpm por 8 minutos, la muestra tratada antes de ser analizada fue filtrada, los resultados de los parámetros analizados redujeron, pH de 6.82 a 6.34, temperatura de 26.7 a 26.2°C, conductividad de 347 a 342 uS/cm y turbidez de 63.5 a 7.59 NTU. La semilla de “sandía” fue eficiente en el de agua cruda.

En Indonesia [Jagaba y Mohammed. \(2018\)](#), usaron como coagulantes y absorbentes para tratar aguas residuales la bentonita y las combinaciones bentonita-alumbre, bentonita-zeolita y bentonita-Caliza. Se enjuagaron con agua destilada las rocas para eliminar impurezas luego se colocó en un horno a 150 °C durante 1 día posteriormente en un secador por 120 minutos, se trituro y el polvo fue pasado por una malla de 63 μ m. Para encontrar la dosis óptima de los coagulantes naturales se realizó la prueba de jarras, se ajustó el pH con ácido sulfúrico y se agitó la mezcla a 150rpm luego se redujo 50rpm ambas velocidades por 5 minutos y un tiempo de sedimentación de 2 horas. La bentonita redujo un 90.3% de DQO con una dosis de 4g/L y aun pH 3.7. Las demás combinaciones no tuvieron un buen rendimiento.

En Quito [Romero \(2019\)](#), compararon el nivel de reducción de los contaminantes del agua residual de una industria lachea usando de los coagulantes cáscara de “papa”, “yuca” y “plátano” con el coagulante (sulfato de aluminio). Para obtener el polvo de los coagulantes “papa”, “yuca” y “plátano”, se cortó en pedazos pequeños la cascara de cada uno de ellos, se secó, molió y tamizó el polvo. Con dosis óptima de 20g/MI el biocuagulante “plátano” redujo 72% de DQO, seguido el biocuagulante “papa” con una dosis de 600ml quien redujo la DBO₅ 97.6%, mientras que el tratamiento químico removió 75% la DBO₅, con una dosis de 0.23g/L.

Los autores [Zhan et al. \(2015\)](#), descontaminaron las aguas residuales industriales con humedales. El tratamiento se realizó a condiciones tropicales y sub tropicales. Trabajaron con el sistema de humedales de flujo horizontal y

vertical, los parámetros a evaluar la reducción de contaminantes presentes en las aguas industriales fueron: DQO y STS, el resultado con respecto al sistema de tratamiento con flujo horizontal la remoción de la DQO fue de (84.3%) y la remoción de los SST fue de (91,3%), mientras que el sistema de tratamiento con flujo vertical removió la DQO 87.6% y los SST 84,9%.

Además [Jour et al. \(2019\)](#), compararon tres tipos de coagulantes naturales con Sulfato de Aluminio en el tratamiento de agua residual. La preparación de coagulantes naturales consistió en recoger las hojas de “Neem”, medula de “plátano”, hojas de “sábila”, se lavaron con agua destilada se secaron a luz solar durante 3 días luego se molió y el polvo lo pasaron por un tamiz de 53 μm . La coagulación y floculación se realizó a través de la prueba de jarras (test jarras) a nivel laboratorio, se ejecutó con varias dosis, velocidad máxima de agitación por 20 minutos y una velocidad lenta de 30 minutos, luego dejaron sedimentar media hora. Terminado el tiempo de sedimentación se procedió a medir la turbidez y la reducción fue de 83%NTU con el tratamiento químico $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y 82% con el tratamiento polvo de hojas de “Neem”.

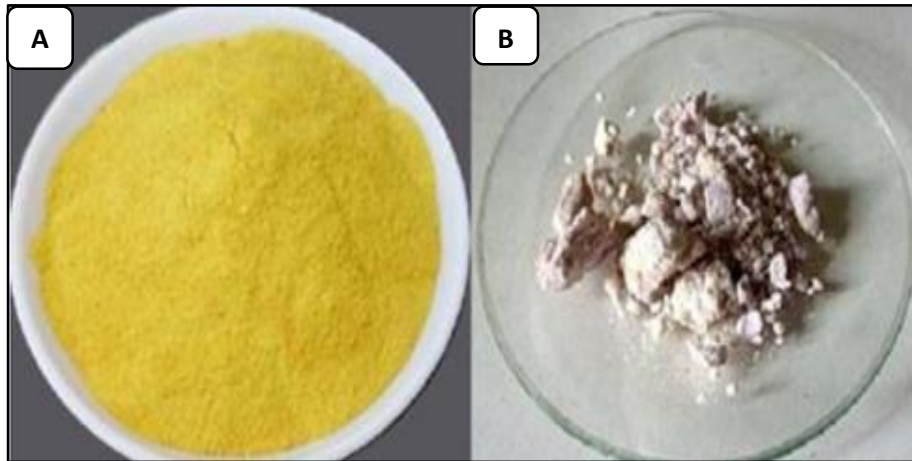
Por otro lado [Asharuddin et al. \(2018\)](#), descontaminaron las aguas brutas con el almidón del residuo de “yuca” (ARY). Para obtener el tratamiento se extrajo la cascara de yuca, se lavó con agua destilada, luego fue licuado y lo filtraron en una tela, el filtrado se dejó decantar 2 horas y el sedimento se secó por 12 horas. Se realizaron varias pruebas, “test de jarras” usando solo (ARY) no mostró un buen resultado, mientras que la combinación de los coagulantes sulfato de aluminio (alumbre)-(ARY) fue efectivo a condiciones (7.5 mg/L y 100mg/L, pH 9, mezcla rápida de 200 rpm por 60 segundos, mezcla lenta de 25 rpm por 30 minutos y se dejó sedimentar 30 min). La remoción de la turbidez fue de 90.48% NTU. El coagulante cascara de “yuca” sirve como coadyuvante para el tratamiento de agua brutas con alumbre.

En el trabajo de [Sánchez et al. \(2019\)](#), emplearon el óxido de hierro para el

control del sulfuro de hidrogeno en un digestor. El proyecto se realizó en un reactor anaerobio de 20 m³ lo cual contiene 3 ton de fango deshidratado. Para el tratamiento consideraron diferentes dosis de Fe₂O₃ en polvo luego se comparó la concentración del sulfuro de hidrogeno, teniendo en cuenta el análisis inicial con el análisis final del hidrogeno. El resultando mostró que es posible mantener el H₂S en concentraciones inferiores a 500ppm utilizando 2-3 kg de Fe₂O₃, así mismo, se determinó que el riesgo en la operación ambiental utilizando el óxido férrico disminuye en gran proporción en comparación al uso del cloruro férrico.

Por ultimo [Oraeki, Skuteris and Ouki \(2018\)](#), trataron el efluente de un industria de ladrillos con el coagulantes poliacrilamida aniónico, poliacrilamida catiónica y polialildimetilamonio. Mediante el método de coagulación y floculación realizada mediante la prueba de jarras, el rendimiento óptimo de los coagulantes se basó en la turbidez. Así mismo, se tuvo en cuenta la dosis de 0.8mg/L y un rango de pH de 7.2-7.4 y una velocidad de mezcla de 200rpm durante 5 minutos continuando a 50 rpm durante 15 minutos. La eliminación de la turbidez fue de 98%. Concluyendo que los rendimientos de estos coagulantes son eficaces ya que también puede ser recuperado.

Teorías relacionadas a la variable independiente: La roca natural Alcaparrosa usada en la investigación fue recogida en el distrito de bolívar, lugar donde los pobladores conocen con un nombre común de roca “alcaparrosa”, características similares a la muestra recogida menciona el autor [Díaz \(2017\)](#). Las rocas sedimentarias varían dependiendo del contenido de agua presente en ella y las formas más frecuentes que se encuentra en la naturaleza son penta y nona hidratado. En tal caso, los cristales de este compuesto pueden ser de color amarillo (figura A) y cuando se encuentra en forma anhidra presenta un color gris (figura B). por otro lado [Brodtkorb et al. \(2015\)](#), menciona que las rocas sedimentarias están compuesta por areniscas, lutitas, basaltos, y calizas de grano fino y el factor importante para la formación de esta roca son los procesos dinámicos.

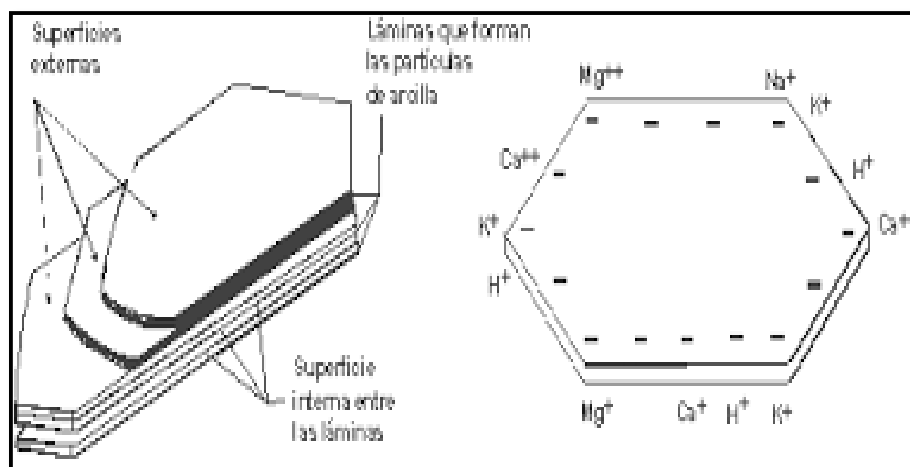


Fuente: Díaz (2017)

Fuente: Díaz (2017)

Figura 1. Apariencia de la roca nativa Alcaparrosa, (A) hidratado, (B) anhídrido

La roca Alcaparrosa presenta características y composición química similar a las arcillas. Las arcillas están formadas por partículas de minerales hidratados como: Aluminio, Hierro y en mayor proporción de elementos alcalinos (CaO). La representación de las arcilla y sus características es de manera morfológica en forma de plaquetas con láminas muy finas (figura 2) [\(Barnechea, 2014\)](#). Las arcillas y sus características son amplias algunas de estas son la plasticidad, Finura de grano, color y dureza [\(Guevara y Hiyagon, 2012\)](#). La superficie de la partícula arcilla contiene carga eléctrica positiva y su intensidad depende de las características mineralógicas y tamaño [\(García y Suarez, 2018\)](#). Las cargas eléctricas de las arcillas se reducen a medida que aumentan el tamaño de partícula y cambian de forma [\(Al- Ani y Sarapa, 2008\)](#).



Fuente: Barnechea (2014)

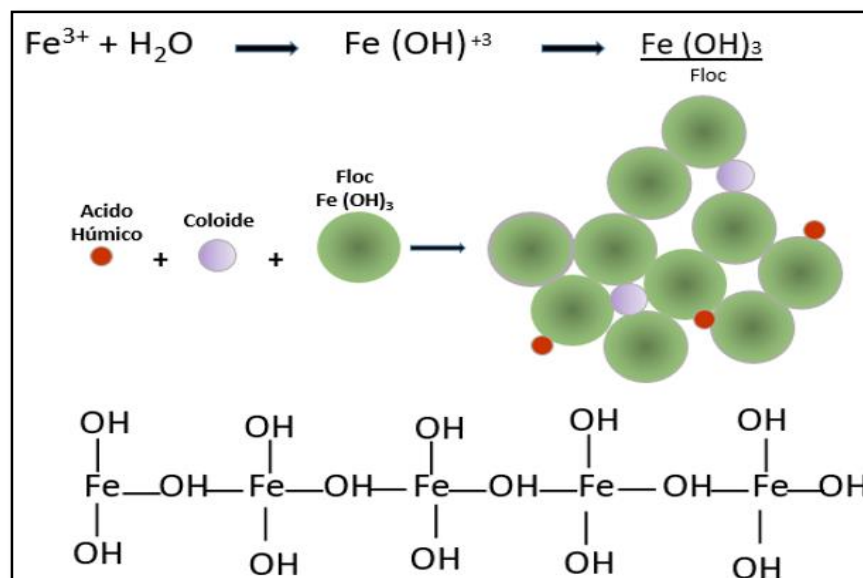
Figura 2. Representación esquemática de la partícula de Arcilla

La roca Alcaparrosa y sus composiciones químicas CaO , Fe_2O_3 , H_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , MgO , Na_2O Pb, Mn, Ti, Cu (anexo 4). al mezclarse con el agua presentan las siguientes reacciones químicas.

Óxido de Calcio (CaO), generalmente se usa para aumentar la alcalinidad del agua ([Barnechea, 2014](#)). El óxido de calcio al mezclarse con el agua presenta la siguiente reacción.



Óxido férrico (Fe_2O_3) y el óxido de aluminio (Al_2O_3), los cationes de estos coagulantes coagulante Hierro (Fe)+ y Ilumino (Al)+ con el agua dan paso a la desestabilización del sistema coloidales. Los iones del Fe^{3+} y Al^{3+} , se presentan como un complejo hidratado $\text{Fe (H}_2\text{O)}_6^{3+}$ y $\text{Al (H}_2\text{O)}_6^{3+}$ comportándose como ácidos débiles, es decir como donadores de electrones ver figura 3 ([Barnechea, 2014](#)).



Fuente:Barnechea, 2014

Figura 3. Reacción del Fe_2O_3 como coagulante

El óxido Férrico y el óxido de Aluminio al mezclarse con el agua presenta la siguiente reacción química.



Además, se tienen en cuenta que el óxido Férrico es un polvo de color amarillo claro. Así mismo, es un tipo de floculante inorgánico tiene un fuerte efecto de neutralización de las cargas coloidales en el agua y un excelente efecto de adsorción de sólidos en suspensión tienen una gran capacidad de remoción de la turbidez, DQO, DBO metales pesados etc., y debido a su alta capacidad de floculación elimina Fosforo, Selenio y controla olores” [Yuambo, 2019](#).

Oxido de silicio (SiO_2), es un polímero especial para tratar aguas residuales, su rendimiento del mismo está basado a la dosificación y el pH de agua a ser tratada, también se ha demostrado que la sílice bajo ciertas condiciones tiene una particularidad debido a que reacciona como un coagulante para coloides con carga positiva o negativa, que hasta el momento no se ha podido explicar de forma estequiometria ([Barnechea, 2014](#)). Algunas reacciones del óxido de silicio al mezclarse con el agua.



Oxido de potasio (K_2O), es una sal iónica que al mezclarse con el agua presenta la siguiente reacción química.



Oxido de Magnesio (MgO), al mezclarse con el agua presenta la siguiente reacción química.



Oxido de sodio (Na₂O) con el agua presenta la siguiente reacción química:



Teorías relacionadas a la variable dependiente: Reducción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales, se considera como la capacidad para reducción la concentración de contaminantes mediante la eliminación del material suspendido presente en el agua residual doméstica. Para poder determinar el porcentaje de reducción de los parámetros como turbidez, DQO, DBO₅ entre otros se calcula a través de la siguiente formula [Chacón y Ramos \(2019\)](#).

$$\text{Reducción}(\%) = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Dónde:

C_i = Concentración inicial de la muestra (sin tratamiento)

C_f = Concentración final de la muestra (con tratamiento)

Las aguas residuales domésticas son desechos líquidos que son originados por las diferentes actividades realizadas en las viviendas, instalaciones comerciales, públicas y similares [\(OEFA, 2014\)](#). Además, está compuesta por materia orgánica, materias fecales, productos de limpieza, grasas, restos de alimentos, microorganismos entre otros, estas composiciones varían según los factores como hábitos alimenticios, uso de agua, empleo de productos de limpieza, etc. [\(Lizana, 2018\)](#), la cantidad y cantidad del efluente domestico varia en el transcurso del día, semanas y para su tratamiento y uso adecuado es vertido a una (Planta de Tratamiento de aguas Residuales) [\(García y Pérez, 2014\)](#). Para su procedimientos analíticos deben tener en cuenta los parámetros físicos, químicos y biológicos [\(Calderón, López y Siete, 2016 \)](#), de igual forma para determinación de los contaminantes presentes en el agua residual doméstica se debe considerar el nivel de reducción de los parámetros físicos, químicos y a

microbiológicos ([Rodríguez, 2013](#)). Parámetros físicos: Turbidez, determina al grado de transparencia que pierde el agua por la presencia de sólidos suspendidos como: Arcillas, limo, material orgánico e inorgánico, plancton, microorganismos, desechos de hogares entre otros ([Gonzales, 2011](#)), el incremento de la turbidez estimula el crecimiento bacteriano los cuales afectan el proceso de la fotosíntesis y el tamaño de estas partículas que incrementan la turbidez varían entre un diámetro de 0.2 a 5 μm ([SUNASS, 2004](#)), la turbidez marca la calidad del agua residual, cuando la turbidez del agua es alta la contaminación del agua a tratar también es alta y la medición de este parámetro se realiza en un turbidímetro con el rango de medida que se encuentra entre 1 y 1000 nm ([Díaz, 2018](#)). Temperatura(T), parámetro que determina la riqueza y abundancia de los microorganismos en un cuerpo de agua, el aumento de la temperatura estimula el desarrollo de las bacterias por lo tanto se puede decir que este parámetro influye en la existencia de microorganismos en el agua ([Lozano y Lozano, 2015](#)), este parámetro también cumple una función principal en las propiedades físicas del agua esto debido a que altera la rapidez de las reacciones químicas, la solubilidad de los gases, amplía el sabor y olor ([Araujo et al., 1990](#)). Conductividad (CE), parámetro físico que da a conocer el total de sales disueltas en el agua, se conoce también como la capacidad que posee el cuerpo de agua para producir electricidad el incremento de la conductividad en el agua ocasiona graves efectos sobre los ecosistemas llegando así a reducir la biodiversidad ([SUNASS, 2004](#)). Parámetros químicos: El Oxígeno Disuelto (OD), es la cantidad de oxígeno libre en el agua necesario para mantener vivas las bacterias. También se relaciona con la fotosíntesis y con gran influencia para el nicho de la vida acuática, la presencia de oxígeno en el agua llega a través de algunas plantas acuáticas o mediante el proceso de aireación ya sea por un movimiento natural o artificial, por otro lado este parámetro se determina “in situ” y se reporta en mg/l ([Lozano y Lozano, 2015](#)). El pH, parámetro usado para determinar la acidez o basicidad de una muestra de agua, este indicador es muy importante para el desarrollo de la biota, las mismas que prefieren un rango de pH entre 6.5- 8.0, por otro lado, el valor del pH es muy importante para la coagulación química y el control de corrosión ([MINSA, 2018](#)), cuando el pH es

menor a 4.3 produce mal olor y sabor. La acidez débil se presenta cuando el pH se encuentra entre 4.3 y 8.3 no tiene efectos en la salud sin embargo corroe las tuberías ([Araujo et al., 1990](#)). La Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO_5), es la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para oxidar la materia orgánica presente en el agua en condiciones aeróbicas y se determina mediante un intervalo de tiempo específico de 5 días de incubación y a una temperatura de 20 °C ([Camacho y Ordoñez, 2008](#)), es el parámetro más usado en el tratamiento de las aguas residuales domésticas ([DINAMA, 1992](#)), a mayor DBO_5 le corresponde mayor concentración de materia orgánica, por consiguiente existe menor cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua ([Duncan, 2013](#)). Demanda Química del Oxígeno (DQO), mide la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de los contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes en el agua y se expresa en mg/l, a mayor presencia de DQO indica la mayor presencia de contaminantes orgánicos no biodegradables, por lo general siempre el valor de la DQO es mayor que el valor de DBO_5 ([DUCAN, 2013](#)), el aumento de la DQO disminuye en el oxígeno ocasionando pérdidas en la vida acuática ([MINSA, 2018](#)). Parámetro microbiológico. Coliformes Termotolerantes (CT), conocido también como Coliformes fecales, siendo los organismos más comunes y utilizados como indicadores de la contaminación fecal que presenta un agua residual doméstica debido a la presencia de heces, formando parte composición y característica propia del efluente doméstico ([Lozano y Lozano, 2015](#)).

Respecto al ámbito legal según lo establecido por el decreto supremo 003-2010-MINAM, el mismo que da a conocer los Límites Máximos Permisibles (LMP). Considerando a los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que caracterizan a un agua residual doméstica, lo cual se determinan como una emisión, la medición se realiza en la fuente receptora si es excedida causa perjuicios al ambiente y a la salud de las personas, por tal motivo su cumplimiento es exigible ([MINAM, 2011](#)).

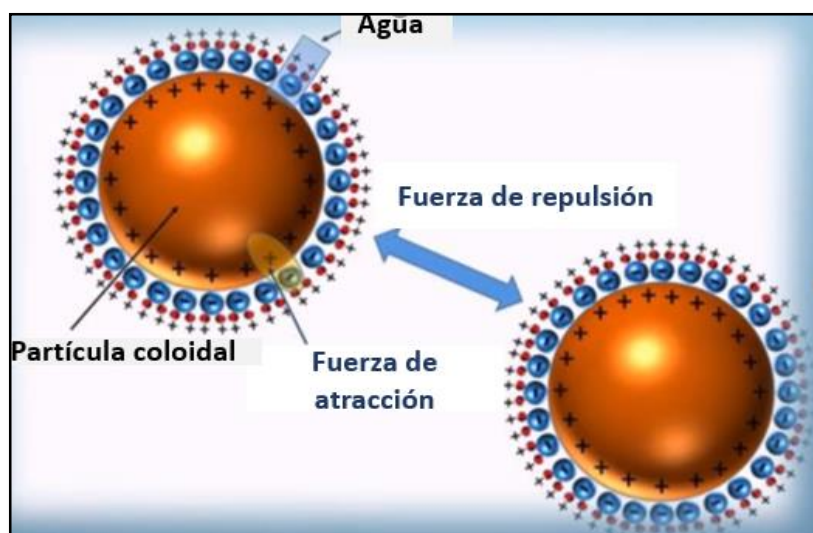
Tabla 1. LMP para los efluentes de un PTAR domésticos

PARÁMETROS	UNIDAD	LMP – 003 - 2010
		MINAM
Demanda Bioquímica del Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química del Oxígeno	mg/L	200
Sólidos Totales Suspendidos	ml/L	200
Potencial de Hidrógeno	unidad	6.5-8.5
Temperatura	°C	< 35
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	10,000

Fuente: D.S N° 003-2010-MINAM

Las aguas residuales domésticas contienen partículas en suspensión siendo las causantes de la turbiedad y el color [...]. Las partículas se clasifican de acuerdo a su tamaño, las partículas inferiores a 1 micrómetro pertenecen a partículas de materia orgánica e inorgánica y su precipitación lo realizan muy lentamente o pueden estar muchos años en suspensión, ([SEDAPAL, 2000](#)).

Los coloidales se encuentran entre 1 y 1.000 micrómetros de diámetro y el comportamiento y las dimensiones de los coloides varía de acuerdo a su origen y naturaleza ([Gomes, 2005](#)), se suelen estudiar desde un punto de vista físico-químico teniendo en cuenta sus propiedades. También, forman suspensiones estables debido a la fuerza de repulsión dificultando sedimentar de manera natural (Figura 4) [...]. El material coloidal presenta una superficie inmensa con respecto a la fase líquida y sólida con carga eléctrica negativa situada sobre la superficie las cuales atraen a su alrededor iones positivos del agua ([Cueva, 2014](#)).



Fuente: Cueva, 2014

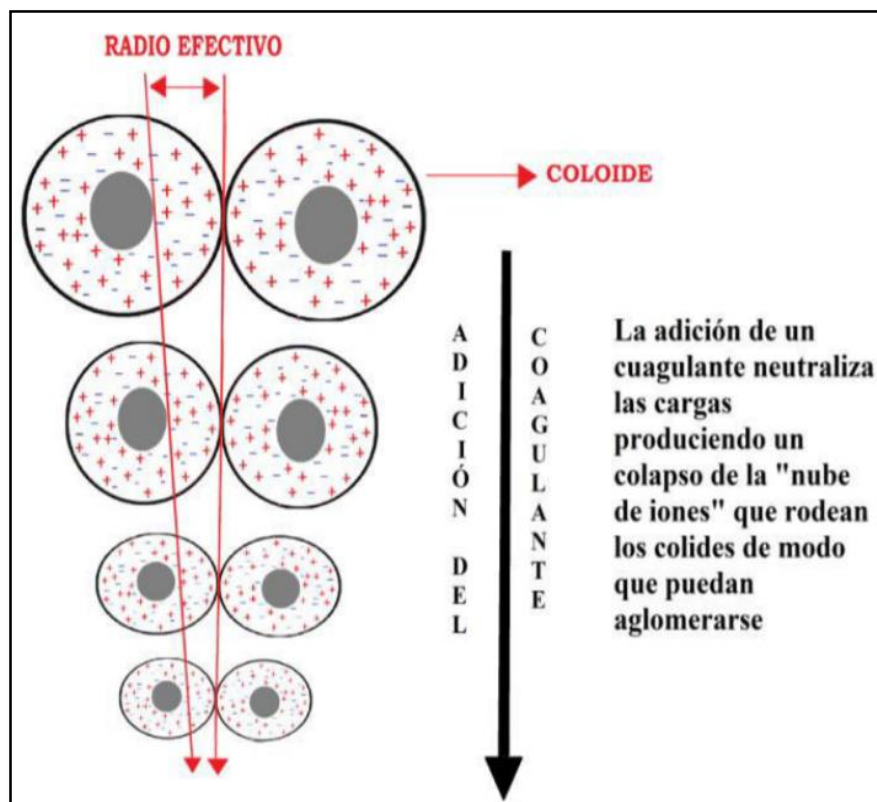
Figura 4. Estabilidad de los coloides

Las propiedades más importantes de los coloides son: movimiento browniano, difusión y presión osmótica. Propiedades que se resisten a la ley de la gravedad, impidiendo la remoción por sedimentación simple, esto se debe a la amplia área superficial, las partículas coloidales adsorben iones en gran cantidad pero con carga opuesta, dando paso a la formación de carga eléctrica lo que contribuye a su estabilidad ([Gomes, 2005](#)). La carga eléctrica y el movimiento browniano da como resultado la colisión constante de partículas” ([Barnechea, 2014](#)), la estabilidad y desestabilización de los coloides se relaciona con la teoría de la interacción energética entre las partículas en función a la distancia de la partículas coloidales ([Cueva, 2014](#)).

El tratamiento de aguas residuales domésticas tiene como objetivo modificar sus características de tal forma que cumpla con la normativa ambiental vigente establecida por las entidades competentes, para luego ser vertida a un cuerpo receptor sin causar impactos así mismo pueda ser aprovechado el recurso hídrico [...] ([Araujo et al., 1990](#)). El tratamiento físico-químico del agua residual doméstica, consiste en desestabilizar los coloides y eliminar las partículas pequeñas en suspensión no decantables, este tratamiento esta constituidos como un tratamiento complementario entre el pretratamiento y el tratamiento biológico y procesos que se considera para llevar a cabo este tratamiento son:

la coagulación, floculación y sedimentación ([SEDAPAL, 2000](#)).

La coagulación, las fuerzas de repulsión de las partículas contaminantes se eliminan con la adición de coagulantes al efluente, la interacción de partículas mediante la agitación física y el movimiento molecular [...] el coagulante reacciona con el agua de manera inmediata permiten el rompimiento de las cargas eléctricas, lo que hace que se aglomeren y formen partículas de mayor tamaño dando paso al proceso de coagulación (figura 5) ([Pancca, 2016](#)).



Fuente: Ros (2015)

Figura 5. Proceso de coagulación

El proceso de coagulación es eficaz para tratar el agua residual debido a que elimina gran cantidad de material proveniente de distinta naturaleza. Cuando la coagulación no se realiza de forma adecuada conduce a una degradación del agua, lo cual traerá grandes costos, para evitar degradar la muestra se debe tener en cuenta el pH y la dosis adecuada del coagulante ([SEDAPAL, 2000](#)). En la tabla1, los coagulantes y su efectividad a un determinado pH.

Tabla 2. Coagulante y rango efectivo del pH

COAGULANTE	FÓRMULA	pH
Alumbre	$KAl(SO_4)_2$	6-8
Sulfato ferroso	$(FeSO_4)$	4.5-6.5
Cloruro férrico	$(FeCl_3)$	5.5-6.5
Sulfato férrico	$(Fe_2SO_4)_3$	5-7

Fuente: Martínez y Gonzales (2012)

En el caso que el pH no fuera el adecuado para activar el coagulante se debe manejar con sustancias alcalinas. En la tabla2 se mencionan algunos modificadores de pH (Martínez y Gonzales, 2012).

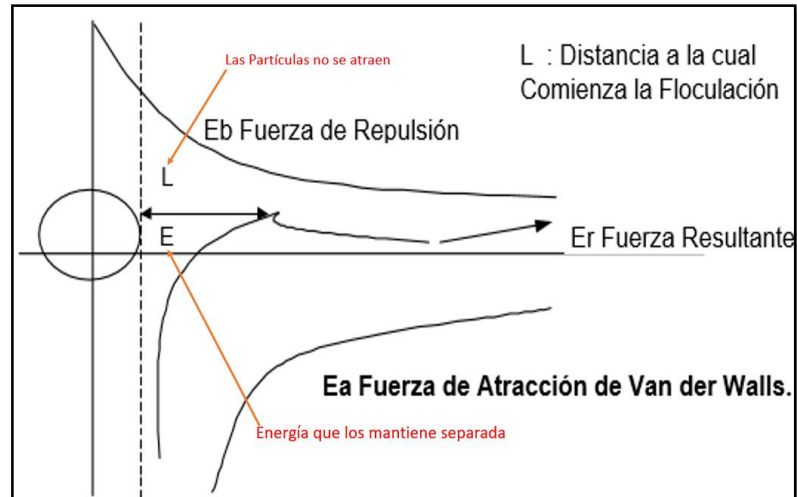
Tabla 3. Sustancias alcalinas para modificar el pH

Alcalinizador	Fórmula
Hidróxido de calcio	$Ca(OH)_2$
Oxido de calcio/ cal viva	CaO
Carbonato de sodio	Na_2CO_3
Hidróxido de sodio	$NaOH$
Ácido sulfúrico	H_2CO_4
Gas carbónico	CO_2
Ácido clorhídrico	HCl

Fuente: Martínez y Gonzales (2012)

La desestabilización de las partículas coloides se realiza mediante cuatro mecanismos (Ghosh, 2010). Comprensión de la doble capa, este mecanismo se ve reflejada cuando se acercan dos partículas con la misma carga, sus capas difusas interactúan generando una fuerza de repulsión, en función a la distancia

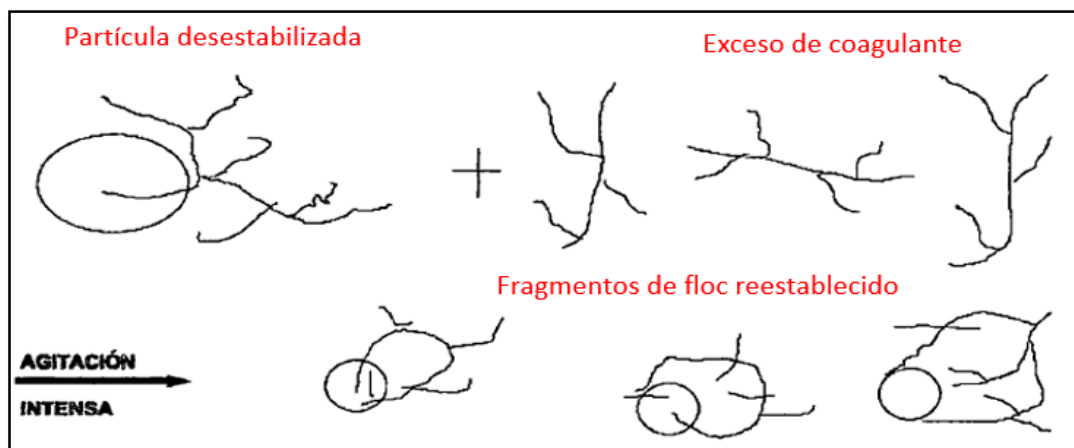
que lo separa. Sin embargo, si se añade un coagulante cae con mayor facilidad, esto al incremento de iones con carga opuesta al de las partículas [\(SEDAPAL, 2000\)](#). Cuando las partículas que los separa es superior a “L” (figura 6).



Fuente: SEDAPAL (2015)

Figura 6. Fuerzas de repulsión y atracción

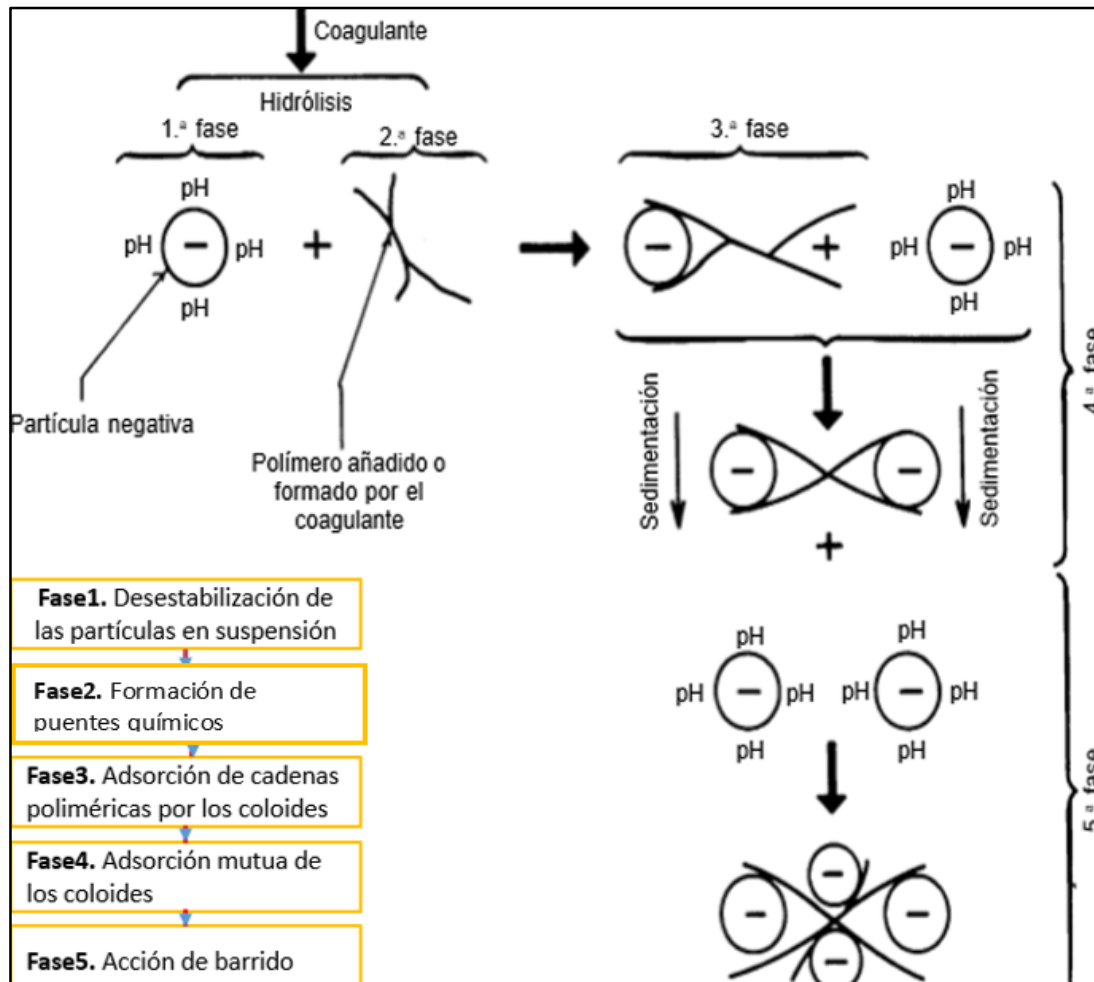
La neutralización y adsorción de cargas se produce cuando las partículas coloidales tienen carga negativa, las cuales son las responsables de atraer a los iones positivos que se encuentran en solución [\(Cueva, 2014\)](#). Cuando se agrega un exceso de coagulante al agua para descontaminar produce una saturación de la carga de las partículas, produciendo una carga invertida (figura 7). [\(Sciban et al., 2009\)](#).



Fuente: SEDAPAL (2000)

Figura 7. Reestabilización de partículas

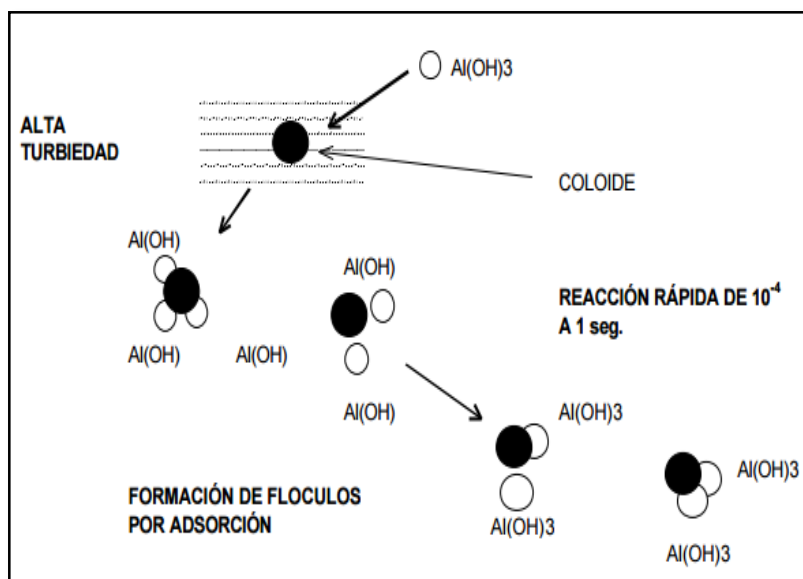
(Aguilar, 2010). Las fases de coagulación (figura 9) se dan en un tiempo muy corto, algunas de estas se dan secuencialmente mientras que otras coinciden incluso pueden ocurrir simultáneamente, Las reacciones son controlables a un cierto porcentaje y bajo ciertas condiciones químicas. (Cueva,2014).



Fuente: Cueva (2014)

Figura 8. La coagulación y sus fases

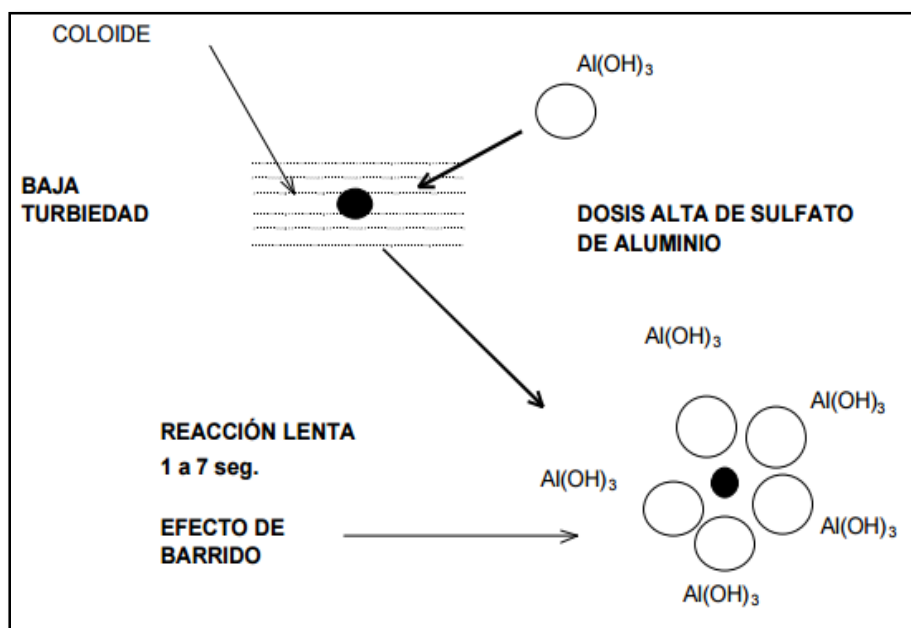
El proceso de coagulación se presenta de dos tipos: Coagulación por adsorción y coagulación por barrido. La coagulación por adsorción, el proceso consiste en agregar el coagulante al agua con alta turbiedad a condiciones especiales de dosis y pH, la formación de especies solubles son adsorbidos por los coloides en forma casi instantánea (Barnechea, 2014). De forma esquemática se muestra este mecanismo de coagulación por adsorción (figura 9)



Fuente: Varnechea (2014)

Figura 9. Coagulación por adsorción

La coagulación por barrido, se realiza en las aguas de baja turbiedad, las cantidades de partículas coloidales pequeñas son aglomeradas y forman un precipitado con el ion hidroxilo de (Al) que físicamente arrastra a las partículas en suspensión ([Cueva, 2014](#)). Esquemáticamente el proceso de coagulación por barrido se muestra en la (figura 10).



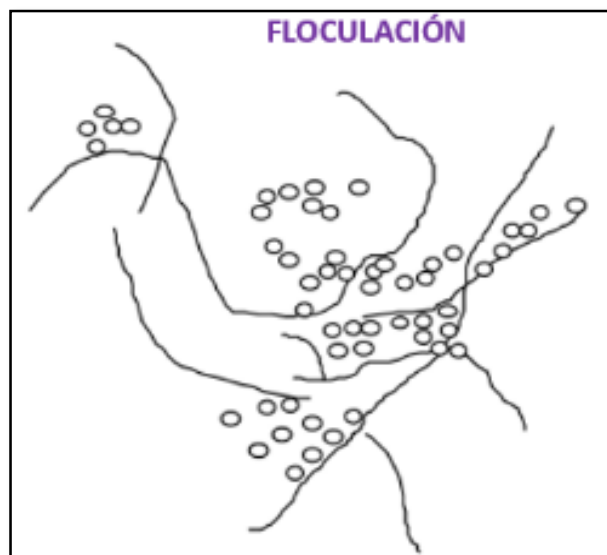
fuentes: Cueva (2014)

Figura 10. Coagulación mediante barrido

Factores que intervienen en el proceso de coagulación: pH, la variable mayor importancia para el proceso de coagulación, debido a que ayuda a determinar el tipo y concentración del coagulante a ser utilizado, esto debido a que cada tipo de agua tiene un rango de pH óptimo para la coagulación y floculación de forma rápida ([SEDAPAL, 2000](#)). El pH del agua juega un papel muy importante ya que afecta la química del coagulante, como solubilidad y la carga en las partículas ([Acosta, 2006](#)). La dosis del coagulante, se ve influenciada en la cantidad, esto debido a que a menor cantidad de coagulante no desestabiliza la carga eléctrica de la partícula y en la alta cantidad de coagulante produce una inversión de carga convirtiendo en una turbiedad elevada. Para determinar el tipo de coagulante y la dosis óptima a utilizar se realiza ensayos de pruebas de jarras ([SEDAPAL, 2000](#)). El tipo del coagulante, los coagulantes químicos como el sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) son buenos coagulantes, sin embargo, generan controversia económica y ambiental, esto debido a la gran cantidad de lodos los mismos que son difíciles de tratar ([Choque, 2018](#)). La intensidad y tiempo de mezcla, estos factores se debe tener en cuenta en el tratamiento para evitar interferencia en la coagulación por ende se debe realizar una mezcla que sea lo más rápido posible, debido a que las reacciones se realizan en menos de un segundo ([Acosta, 2006](#)). La mezcla rápida, tiene como objetivo poner en contacto al reactivo químico con la partícula, el tiempo adecuado del requerimiento de la mezcla rápida depende del tipo de coagulante, para los polímeros metálicos se debe utilizar 1-3 minutos por 100-200 rpm. La mezcla lenta, el tiempo indicado de mezcla no se debe exceder los 15 minutos por 30-60 rpm, el tiempo excesivo genera calentamiento en la muestra y puede romper los flósculos así mismo genera gases disueltos generando burbujas y con un tiempo de reposo de 30 minutos ([Cueva, 2014](#)). La Turbiedad “[...]. Cuando la turbiedad es alta, se debe agregar poca cantidad de coagulante porque la colisión de partículas es elevada y la coagulación se realiza con facilidad, de lo contrario cuando la turbiedad es baja la coagulación se realiza difícilmente utilizando mayor cantidad de coagulante” ([Cueva, 2014](#)). La temperatura, este parámetro influye en la efectividad y velocidad de la formación del floculo, si el agua disminuye la temperatura, se debe aumentar la dosis del coagulante usado para asegurar la formación de flósculos adecuados ([Acosta,](#)

[2006](#)). Tamaño de partícula, cuando más pequeñas sean las partículas de un coagulante más corta es la longitud de los poros, por lo tanto mayor es la transferencia de masa ([Ramírez, Moreno y Crespo, 2016](#)).

La floculación, se produce mediante la agitación suave y continua del efluente con el coagulante lo que permite formar los “flocs” con un peso y tamaño adecuado para sedimentar con facilidad ([Fernando et al., 1990](#)). La floculación es un fenómeno de aglomeración de los coloides ya desestabilizados, la mezcla lenta ayuda a formar flósculos de tamaño adecuado evitando que se rompan ([MINSA, 2000](#)). Con respecto a la (figura12), el floculante tiende un puente entre los coloides aglomerados para aumentar de tamaño y dar paso a la sedimentación.



Fuente: SEDAPAL (2000)

Figura 11. Floculación

Tipos de floculación: Son necesarios para producir la aglomeración de partículas y para que suceda primero se da la floculación percinetica, luego la floculación orto cinética ([Díaz, 2014](#)). Floculación Percinetica, es producida por el movimiento de forma natural de las moléculas del agua influida por la energía térmica. Lo mencionado se conoce como movimiento browniano. La floculación ortocinetica, se produce por la colisión de las partículas debido al movimiento del

agua que se produce por la energía del exterior a la masa del agua esta energía puede ser mecánico o hidráulico. [\(Saavedra, 2016\)](#).

La sedimentación, se produce cuando el floc de mayor tamaño y con peso adecuado, dan paso a proceso de separación del (sólido-fluido) debido a la acción de la gravedad y por la diferencia de densidades. [\(MINSA, 2011\)](#).



Fuente: Calderon, Lopez y Siete (2016)

Figura 12. Sedimentación

las partículas más pequeñas el tiempo de caída es mayor con respecto al tiempo de caída libre de las partículas de mayor tamaño ver, lo mencionado se muestra en la tabla4 [\(Acosta, 2006\)](#).

Tabla 4. Tiempo de sedimentación de las partículas en función al diámetro

Tipo de partículas	Diámetro (mm)	Tiempo de sedimentación
Grava	10,0	0.3 seg
Grava	1.0	3.0 seg
Arena Gruesa	0.1	38 seg
Arena Fina	0.01	33min
Bacterias	0.001	35 horas
Lodo fino	0.01	58 horas
Coloides	0.001	230 días
Coloides	0.0001	63 años

Fuente: Pérez, 2005

La prueba de jarras (Jar-Test), Técnica usada a nivel laboratorio [\(Herera,2015\)](#). Tiene como objetivo determinar el tipo de coagulante más efectivo, la dosis óptima del coagulante, el pH, velocidad y tiempo de mezcla, tiempo de reposo de la muestra y la eficiencia de remoción.” [\(SEDAPAL, 2000\)](#). El proceso lo realiza de a través de la coagulación y floculación, la finalidad de estos procesos es obtener agua de buena calidad, que permita ser fácilmente separada de los sólidos su calidad es evidenciado a través de los valores del parámetro turbidez[\(Cueva, 2014\)](#).



Fuente: Sánchez, 2018

Figura 13. Prueba de jarras

Los procedimientos que se efectúan en la prueba de jarras son los siguiente: Tomar la muestra a la salida de la planta de tratamiento de las aguas residuales domésticas (PTAR), determinar la dosis de coagulante a utilizar, aplicar a cada jarra, programar la velocidad y el tiempo de agitación (rápida – lenta) dejar sedimentar dependiendo el tiempo requerido y analizar la muestra tratada. [\(De La Cruz, 2019\)](#).

Importancia de la medición del caudal en el efluente doméstico a tratar, se debe medir de forma continua y con mayor precisión posible, esto debido a que es un dato muy esencial para calcular la cantidad de coagulante a utilizar, tiempo de retención y eficiencia de los procesos Se recomienda medir el caudal teniendo en cuenta el aforo volumétrico si el caula es menor a 5 litros por segundo [\(Fernando et al., 1990\)](#).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es **aplicada** según (Murillo 2008) citado por ([Vargas, 2009](#)) menciona que la investigación aplicada busca la aplicar los conocimientos obtenidos [...] con la finalidad de llevar a la práctica para dar solución a un problema actual .

Es de diseño **experimental** debido a que en este estudio se manipula de forma controlada e intencional a las variables independientes(causa) para determinar el efecto sobre la variable dependiente (consecuencia) ([Hernández, Fernández y Baptista, 2014](#)).

Además es de enfoque **cuantitativo** porque tiene que ver con la cantidad teniendo en cuenta la medición y el cálculo para alcanzar el objetivo ([Monje, 2011](#)). Por lo tanto, de los análisis realizados en el laboratorio se recogieron y se analizaron de forma estadística para poder probar las hipótesis.

El estudio es **explicativo**, debido a que se basa en la observación, interpretación y análisis del problema por parte del investigador y el efecto del tratamiento ([Gallardo, 2017](#)). En esta investigación se determinará la remoción de los parámetros físico-químicos del agua residual doméstica usando roca natural Alcaparrosa.

3.2. Variables y Operacionalización

- **Variables:**

Variable independiente (VI): Uso de la roca natural Alcaparrosa.

Variable dependiente (VD): Reducción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas.

- **Operacionalización:** (Ver anexo 1)

3.3. Población, muestra y muestreo y unidad de análisis

- Población

Se considera como el conjunto de elementos, individuos u objetos que tienen una determinada característica en común y cuyas propiedades se analizan y se representa por la letra (N) ([Hernández, Fernández y Baptista, 2014](#)). La población considerada en el trabajo de investigación es $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal de la salida del agua residuales domésticas de la poza de sedimentación

- Muestra

Es el subconjunto representativo de la población, existen tres importantes procedimientos para determinar una muestra: por su tamaño, su representatividad y su error, el tamaño de la muestra se determina teniendo en cuenta los parámetros de la población, si la muestra es muy pequeña no es muy representativa por lo tanto mientras mayor sea la muestra el rango de error será menor ([Gallardo, 2017](#)). Para realizar el procedimiento experimental se consideró una muestra representativa de 42 litros de aguas residuales domésticas provenientes de la poza de sedimentación del distrito de Bolívar, La Libertad.

- Muestreo

El trabajo de investigación está basada en un método de muestreo probabilístico y de tipo aleatorio, lo cual consiste en que todos los elementos de análisis que componen la población tengan la probabilidad de ser incluido en la muestra de estudio ([Otzen y Manterola, 2017](#)). El muestreo se realizó teniendo en cuenta el protocolo de la Resolución Ministerial N°273–2013-Vivienda: Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

- Unidad de análisis

Corresponde al elemento de interés en una investigación de haber definido la unidad de análisis ([Hernández, Mirabal y Uzcátegui, 2014](#)). Para la unidad de análisis se consideró 108 muestras de 200ml de agua residual doméstica.

3.4. Técnica e instrumento de la recolección de datos

En la tabla5 se muestra la técnica realizada en la investigación, las mismas que se desarrolló con cada fase y su respectivo instrumento.

Tabla 5. *Técnica e Instrumentos para la obtención de datos*

FASE	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	RESULTADO
1. Identificación del área de estudio	Aguas residuales domésticas de la poza de sedimentación Bolívar-Libertad.	Observación	Ficha N° 1, cuaderno de campo (ANEXO 2).	Área de estudio identificado
2. Ubicación del punto de muestreo y determinación del caudal	Salida del agua residuales domésticas de la poza de sedimentación.	Observación	Ficha N° 2, cadena de custodia (ANEXO 2).	Punto de muestreo ubicado y caudal determinado
3. Recolección de las muestras y análisis inicial de los parámetros físico-químicos y microbiológico	Salida del agua residuales domésticas de la poza de sedimentación, laboratorio.	Observación, experimentación	Ficha N°3, recolección de datos antes del tratamiento (ANEXO 2).	Obtención de 42L de agua residual domésticas. Datos de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos iniciales
4. Tratamiento de las aguas residuales domésticas con roca natural alcaparrosa	Laboratorio	Observación, experimentación	Ficha N°4, recolección de datos de las 36 pruebas en el laboratorio (ANEXO 2).	Agua residual doméstica tratada.
5. Análisis final de los parámetros físico-químico y microbiológico	Laboratorio	Observación, experimentación	FichaN°5, recolección de datos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a condiciones óptimas –prueba10 (ANEXO 2).	Datos de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos Finales

- Técnica

Se utilizó la técnica de la **experimentación** y **observación** directa para el recojo de datos (tabla 5), dado a que consistió en “recolectar datos en relación al problema que motivo la investigación [...] de forma cuidadosa, precisa con experimentos, resultados respectivos y lo más cuantificable posible “([Campos y Lule, 2012](#)).

- Instrumentos para la recolección de datos

Para la recolección d datos tanto en campo como en el laboratorio se utilizaron 05 fichas:

Ficha 1 “cuaderno de campo”, en este formato se registró lo observado tanto físicos como Ambiental presente en el área de estudio.

Ficha 2 “cadena de custodia”, en este formato se recolecto datos como la ubicación del área de estudio, coordenadas, nombre del punto de muestreo, nombre del cuerpo de agua, la hora y ficha de la toma de la muestra, las coordenadas del lugar donde se realizó el muestreo.

Ficha 3 “recolección de datos antes del tratamiento”, en este Formato se recolecto los resultados de las características tanto físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas antes de ser tratada con roca natural Alcaparrosa.

Ficha 4 “Recolección de datos de las 36 pruebas en el laboratorio”, en este formato se anotaron los datos de las 36 pruebas con diferentes dosis, diámetro de partícula, tiempo y velocidad de agitación, tiempo de sedimentación y como variable respuesta la turbidez (NTU).

Ficha 5 “recolección de datos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a condiciones óptimas – prueba10”, en este formato se

anotaron los datos obtenidos con respecto a los parámetros físico-químicos y microbiológicos obtenidos a condiciones óptimas de tratamiento basado en la turbidez.

- Validez del instrumento

La validez de los instrumentos de recojo de datos se ve reflejada cuando el instrumento se ajusta a los objetivos de la investigación ([Hurtado, 2012](#)). la validez de los 05 formatos y el contenido (anexo 4) se determinó a través de 4 expertos (tabla 6).

Tabla 6. Validación de los instrumentos de recojo de datos

APELLIDOS Y NOMBRE	N° CIP	I1	I2	I3	I3	I4	I5	% DE VALIDEZ	PROMEDIO DE VALIDEZ
BENITES ALFARO, Elmer	71998	95	99	95	95	95	95	95%	90%
VALVERDE FLORES, Jhonny Wilfredo	79862	85	85	85	85	85	85	85%	
CASTAÑEDA OLIVERO, Carlos Alberto	130267	85	85	85	85	85	85	85%	
SIMÓN ESTRADA, Walter Claudio	185715	95	99	95	95	95	95	95%	

- Confiabilidad del instrumento de recojo de datos

Se ve reflejado cuando el uso repetitivo del instrumento levanta la misma información ([Hernández, Fernández y Baptista, 2014](#)).

“[...] Algunos de los instrumentos para recoger datos que por su naturaleza no ameritan el cálculo de la confiabilidad son: Entrevistas. Hojas de registro, escalas de estimación, listas de cortejo, guías de observación entre otros [...] su validez deben ser comprobados mediante el juicio de expertos, para determinar si el contenido que lo integra a la ficha de datos se encuentran bien redactados y miden lo que pretenden medir” [Corral \(2009\)](#).

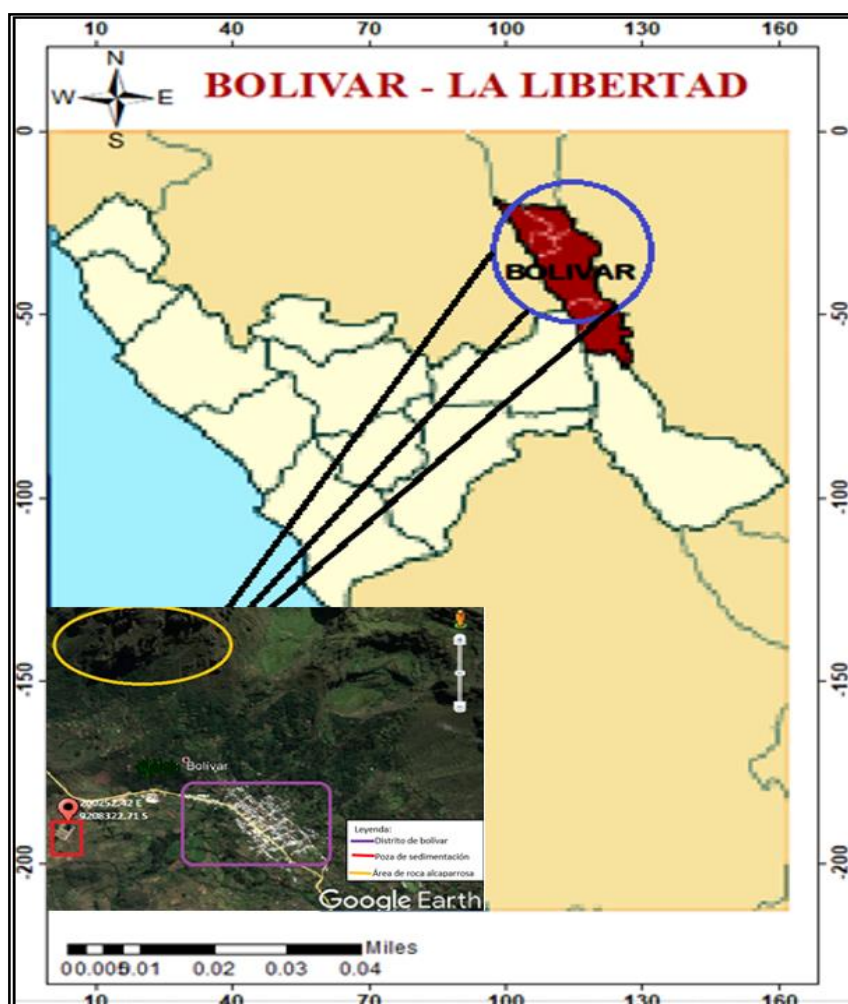
Los instrumentos de recojo de datos, permitieron recoger todos los datos de manera eficiente logrando una confiabilidad para su empleo, además

fueron validados por 04 expertos en la materia (tabla 6).

3.5. Procedimiento de la obtención de datos

El tiempo de ejecución del desarrollo de la experimentación fue de un aproximado de 3 meses iniciando el 24 de octubre y culminando el 26 de enero y se consideró 5 fases.

Fase1: Ubicación del área de estudio. Se recogió la información en el distrito de Bolívar, La Libertad a una altitud de 3129 msnm con una población de 4.455 habitantes ([INEI, 2017](#)). En la figura 14 se muestra la ubicación del área donde fue realizada la investigación y en la tabla 7 se encuentran las coordenadas.



Fuente: ArcGIS y Google Earth

Figura 14. Ubicación geográfica del lugar de estudio

Tabla 7. Coordenadas UTM

Coordenadas UTM	
Zona 18 - WGS 84	
Norte	Sur
200252	9208322

Fase 2. Ubicación del punto de muestreo y determinación del caudal. El lugar de muestreo se ubicó en el Km 1.22 al NE del distrito de Bolívar a la salida de la tubería de desagüe de la poza de sedimentación entre las coordenadas tabla7. Así mismo, se tuvo en cuenta algunos criterios para este punto de muestreo como asignar un nombre, como en este caso se llamó SAR-01(salida del agua residual) el mismo que se evidencia en la figura 15, también se tuvo en cuenta que sea de fácil acceso logrando así una mayor facilidad para el recojo de los siguientes muestreos a realizar.



Figura 15. Punto de muestreo y sus coordenadas

El caudal del agua residual doméstica se determinó con el método de aforo volumétrico según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), método utilizado para caudales < 5 l/s, es decir para caudales pequeños. El caudal se determinó a la salida de la poza de sedimentación del agua residual de distrito de Bolívar, los instrumentos a utilizar fue un balde de 18

litros y un cronometro, el procediendo consistió en llenar el balde aforado con el agua residual doméstica y registrando el tiempo transcurrido del llenado del balde, se realizaron 10 lecturas y el resultado fue el promedio.

Tabla 8. Lecturas de caudal del agua residual doméstica

Lecturas	Tiempo(segundos)	Volumen(Litros)
L_1	9s	18l
L_2	8s	18l
L_3	9s	18l
L_4	9s	18l
L_5	10s	18l
L_6	9s	18l
L_7	8s	18l
L_8	9s	18l
L_9	10s	18l
L_{10}	9s	18l
Promedio	9s	18l

Luego de haber obtenido el promedio del tiempo del llenado del balde y el volumen del mismo, se calculó el caudal utilizando la relación: $Q = \text{Volumen(litros)} / \text{tiempo (segundos)}$, utilizando los datos recogidos de la tabla 8 resulta:

$$Q = \frac{18 L}{9s} = 2 \frac{L}{s}$$

$$Q = 2 \times 10^{-3} m^3/s$$

$$Q = 172.8 m^3/dia$$

Fase 3. Recolección de las muestras y análisis inicial del agua residual doméstica. Las muestras fueron recogidas a la salida de la tubería de desagüe de agua residual doméstica de la poza de sedimentación (figura B), el muestreo fue puntual y se realizó en 3 periodos diferentes, el primer y segundo muestreo se realizaron en los meses de octubre y diciembre de 2019, mientras que el tercer muestreo se realizó el mes enero de 2020, en cada muestreo se tuvo en cuenta el proceso de porciones de un intervalo de tiempo definido de 30 minutos.

Durante los tres periodos de muestreo se recolecto un total de 42 litros de muestra de agua residual doméstica (figura C), que sirvieron para las pruebas preliminares así mismo para el pre análisis y el post análisis.



Figura 16. *Recolección de muestras, (A) poza de sedimentación, (B) llenado de la muestra, (C) hermetizando a galón con 12 litros de muestra*

La recolección de la muestra para la medición de los parámetros físico-químicos y microbiológicos se realizaron (In-situ) (figura A), de la siguiente manera: para la muestra de Coliformes Termotolerantes(CT) se recogió un envase de 500ml previamente rotulados y esterilizado, para el parámetro de DQO se tomó un envase de 1000ml rotulado y se preservó la muestra con 10 gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4 1:1) (figura B), con la finalidad de evitar degradar la muestra, mientras que la muestra para analizar el DBO_5 se usó un envase de 1000 ml se llenó el envase al ras con el agua residual para así evitar la presencia de oxígeno en la muestra obtenida, terminado el muestreo se almacenaron las muestras en un cooler se acondicionó con (gel pack) para mantener las muestras una temperatura de 4°C

(figura C) y luego fueron transportadas al laboratorio, para su respectivo análisis.



Figura 17. Obtención de muestras, (A) recojo de la muestra, (B) agregando H_2SO_4 a la muestra DQO, (C) acondicionamiento de las muestras

Para el análisis de los parámetros químicos y microbiológicos todas las muestras (figura A), fueron mezcladas en un Balde (figura B) y enviadas al laboratorio ENVIROTEST S.A.C. (Acreditado por INACAL) estos resultados fueron reportados en 8 días (ver anexo 6), mientras que los parámetros físico-químicos (turbidez, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura) fueron analizados en el laboratorio GREENLAB S.A.C (figura C), con un multiparametro marca: WTW Merck, modelo: INOLAB* Multi 9310 IDS y un turbidímetro, marca: Termo scientific, modelo: AQ3010, el resultado se obtuvo al instante (figura C y Anexo 5) .

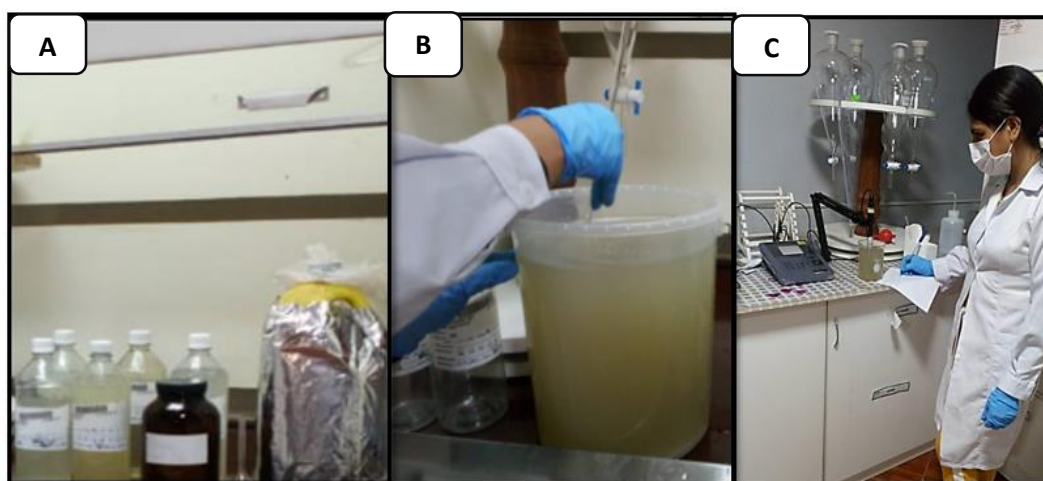


Figura 18. Caracterización del efluente (A) muestras en el laboratorio, (B) homogenización de las muestras, (C) análisis físico-químico del agua residual doméstica.

Los métodos que se tomaron en cuenta para el realizar el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos se muestra en la tabla9.

Tabla 9. Métodos usados para la obtención de datos

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODOS DE ANÁLISIS
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017
Conductividad	mS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017
pH	0-14	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+B, 23rd Ed. 2017
OD	ml/L	EPA METHOD 360.1, 1971
DBO ₅	ml/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017
DQO	ml/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	SM9221E/9221C, 23rd Ed. 2017

Fuente: ENVIROTEST S.A.C y EPA method, 2017

Fase 4: Tratamiento de las aguas residuales domésticas con roca nativa alcaparrosa. La roca Alcaparrosa extraída de forma manual del cerro del distrito de Bolívar, fue llevada al laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), para determinar su composición química natural (tabla 12 y anexo 6), y para la obtener diferentes tamaños de partícula de la misma. Se consideró los diámetros más pequeños porque la adsorción es más rápida [Syafalni et al. \(2013\)](#). Así mismo, el análisis físico granulométrico de la roca se realizó en el laboratorio GREENLAB

PERU S.A.C, el procedimiento consistió en triturar la roca con un mortero de porcelana (figura A), con la finalidad de convertir la partícula en polvo, luego el material triturado o el polvo se pasó por tres diferentes diámetros de tamices con marca: U.S.A Standard testing Sieve, modelo: 800-511-2096, con malla de 140 (106 micras), mala 270 (53micras) y malla 707 (26micras) (figura B), culminado el proceso de tamizado de las muestras de roca fueron guardadas en envases herméticos (figura C) con su respetiva etiqueta, para luego ser utilizada en el proceso de tratamiento.



Figura 19. Proceso del coagulante, (A)triturado, (B) Tamizado, (C) Guardado.

Para la experimentación se evaluó el factor roca Alcaparrosa con una variedad de pruebas preliminares (Anexo 1 y figura 48), basado en estas pruebas preliminares se diseñó la matriz de experimentos con las condiciones de tratamiento de cuatro diferentes dosis de roca, tres diferentes diámetros de partícula, tres diferentes tiempos de sedimentación y como variable respuesta la turbidez tabla 10.

Tabla 10. Diseño de experimentos

VARIABLE INDEPENDIENTE		DOSIS (g/mL)				DIÁMETRO (µm)			SEDIMENTACIÓN (Min)		
USO DE LA ROCA NATURAL ALCAPARROSA	+	0.18	0.16	0.14	0.12	+	106	53	+	60	30
	-					-	26		-	20	
VARIABLE RESPUESTA		TURBIDEZ (NTU)									

En la tabla 11 se trabajó con la combinación de dosis, tiempo y velocidad de agitación máxima y mínima, diámetros de partícula, tiempos de sedimentación, para

cada una de las 36 con 3 réplicas. Así mismo se consideró como condiciones óptimas a la prueba con el menor resultado promedio de la turbidez (NTU).

Tabla 11. Matriz de experimentación

N° DE PRUEBAS	CUAGULACIÓN		FLOCULACIÓN		SEDIMENTACIÓN	PARÁMETRO RESPUESTA			
	Tiempo V. Rápida	Dosis (g/mL)	Diámetro (µm)	Tiempo V. Lenta	Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	Prom (NTU)
P1	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40rpm	30.00	-	-	-	
P2		0.16	106		30.00	-	-	-	
P3		0.14	106		30.00	-	-	-	
P4		0.12	106		30.00	-	-	-	
P5	60seg 200rpm	0.18	53	5 min 40rpm	20.00	-	-	-	
P6		0.16	53		20.00	-	-	-	
P7		0.14	53		20.00	-	-	-	
P8		0.12	53		20.00	-	-	-	
P9	60seg 200rpm	0.18	26	5 min 40rpm	30.00	-	-	-	
P10		0.16	26		30.00	-	-	-	
P11		0.14	26		30.00	-	-	-	
P12		0.12	26		30.00	-	-	-	
P13	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40rpm	20.00	-	-	-	
P14		0.16	106		20.00	-	-	-	
P15		0.14	106		20.00	-	-	-	
P16		0.12	106		20.00	-	-	-	
P17	60seg 300rpm	0.18	53	5 min 40rpm	10.00	-	-	-	
P18		0.16	53		10.00	-	-	-	
P19		0.14	53		10.00	-	-	-	
P20		0.12	53		10.00	-	-	-	
P21	60seg 200rpm	0.18	26	5 min 40rpm	20.00	-	-	-	
P22		0.16	26		20.00	-	-	-	
P23		0.14	26		20.00	-	-	-	
P24		0.12	26		20.00	-	-	-	
P25	60seg 200rpm	0.18	106	15 min 40rpm	10.00	-	-	-	
P26		0.16	106		10.00	-	-	-	
P27		0.14	106		10.00	-	-	-	
P28		0.12	106		10.00	-	-	-	
P29	60seg 200rpm	0.18	53	5 min 40rpm	30.00	-	-	-	
P30		0.16	53		30.00	-	-	-	
P31		0.14	53		30.00	-	-	-	
P32		0.12	53		30.00	-	-	-	
P33	60seg 200rpm	0.18	26	5 min 40rpm	10.00	-	-	-	
P34		0.16	26		10.00	-	-	-	
P35		0.14	26		10.00	-	-	-	
P36		0.12	26		10.00	-	-	-	

A continuacion se describe y se evidencia los experimetos que fueron realizados de acuerdo a la tabla11, con el tratamiento se realizo a travez del sistema prueba

de jarras mediante los procesos de cuagulación, floculación y sedimentación .

- A)** Se inició pesando la roca 0.16g de roca alcaparrosa (figura A), para el pesaje se realizó una balanza electrónica marca: SARTORIUS, modelo: QUINTIX 224-1S (figura B).

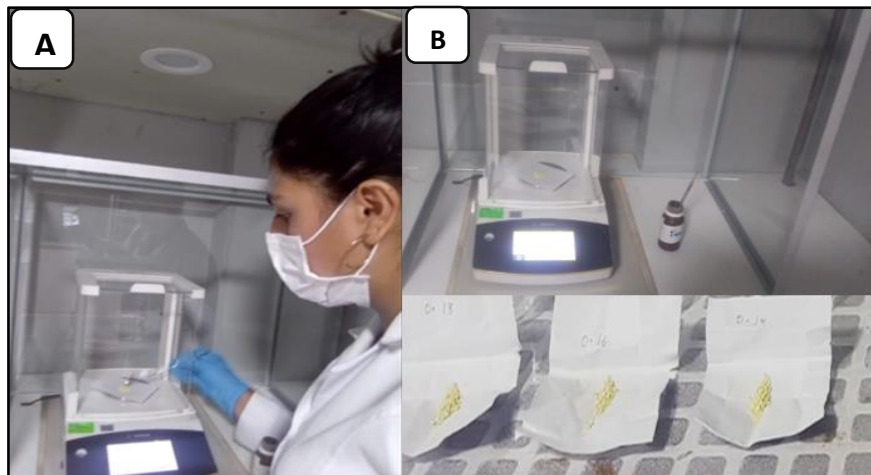


Figura 20. Pesaje del material floculante, (A) pesaje, (B) material pesado

- B)** Se prepararon los vasos de precipitados de 200 ml (figura A), en seguida se añadió la muestra de agua residual doméstica en los 3 vasos (figura B). Así mismo se tuvo a la mano turbidímetro marca: Termo scientific, modelo: AQ3010, para realizar el análisis de la turbidez después de la floculación, cuagulación y sedimentación.

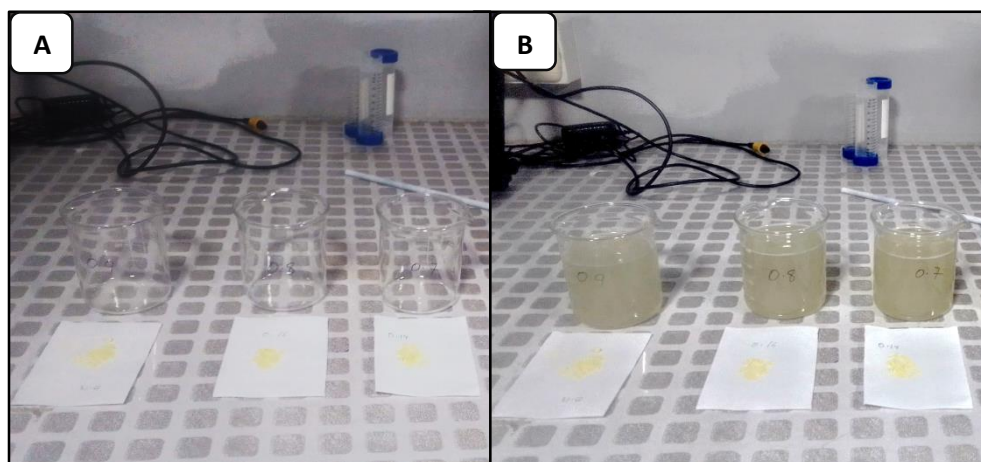


Figura 21. Muestra a tratar (A) vasos de 200mL sin muestra (B) vasos de 200mL con muestra

C) Se colocó la jarra con la muestra sobre los equipos agitadores magnéticos marca: Thermo Fisher, modelo: Cimarec, se ajustó la velocidad máxima de 200rpm por 60 segundos en este proceso se añade el coagulante Alcaparrosa previamente pesada 0.16g (Figura A), culminando el tiempo de mezcla se reduce la velocidad a 40 rpm por 5 minutos (Figura B).

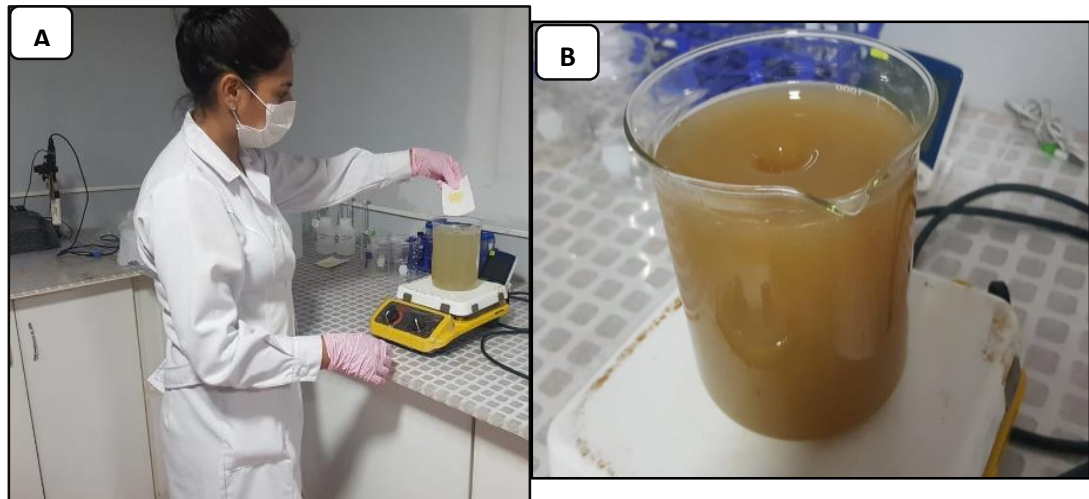


Figura 22. Coagulación, (A) adición de la roca Alcaparrosa, (B) agitación rápida

D) En el transcurso de la agitación lenta de tres minutos observamos la formación de flósculos (figura 23).



Figura 23. Flocculación, agitación lenta

E) Finalizando el tiempo y el proceso continuo de coagulación y flocculación, se apagó el agitador magnético y se retiró el magneto con mucho cuidado luego se

colocó la muestra sobre una mesa (figura A) y se controlaron 30 minutos para el proceso de sedimentación (Figura B).

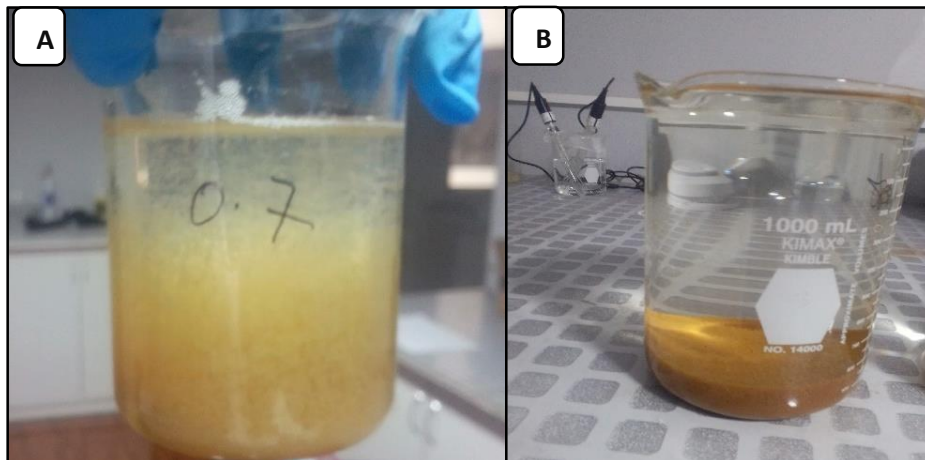


Figura 24. Proceso de sedimentación, (A) muestra sedimentando, (B) tiempo concluido de sedimentación

F) Culminado los 30 minutos, se extrajo la muestra de agua tratada del vaso con mucho cuidado y se llenó la celda del turbidímetro con el agua tratada (figura A), y se midió la turbidez (NTU) (figura B), a los pocos segundos se mostró el resultado (figura C). El mismo procedimiento se realizó para las demás pruebas restantes.

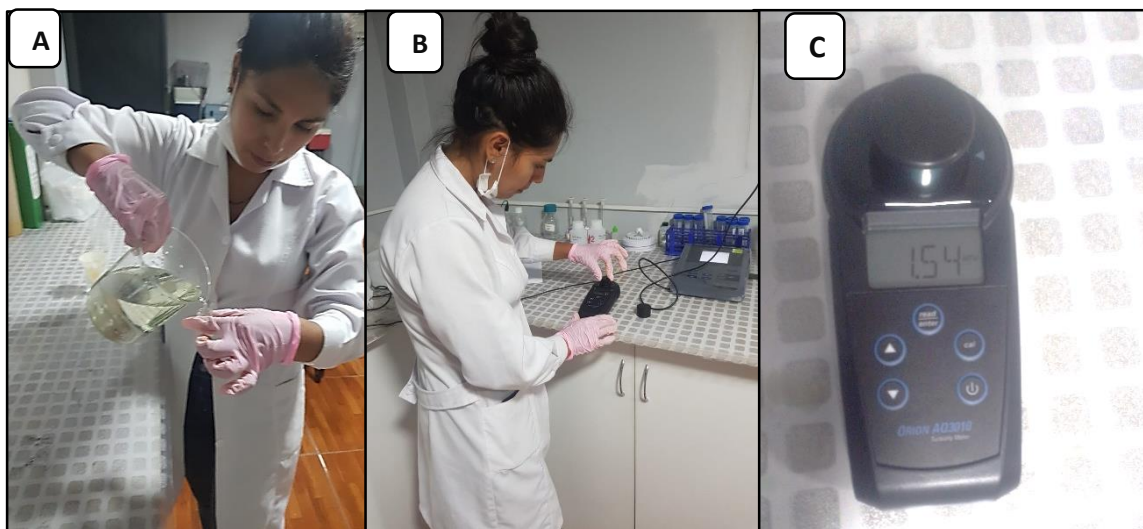


Figura 25. Procedimiento de análisis, (A) llenando de la celda del turbidímetro con agua tratada, (B) turbidímetro leyendo la muestra, (C) resultado de turbidez en NTU

Fase 5. Análisis final de los parámetros físicos químicos y microbiológicos.
Finalizando el proceso de coagulación, floculación y sedimentación de las 36

pruebas, se consideró las condiciones óptimas de la prueba con el menor resultado promedio de la turbidez (NTU), que luego fue enviado al laboratorio ENVITOTEST S.A.C (figura A y B) para el análisis de los parámetros DBO, DQO y Coliformes Termotolerantes, los resultados (anexo 8), mientras el análisis de los parámetros (pH, Turbidez, OD, Temperatura, CE), se realizaron el laboratorio GREENLABPERU S.A.C, el resultado (Anexo 6).

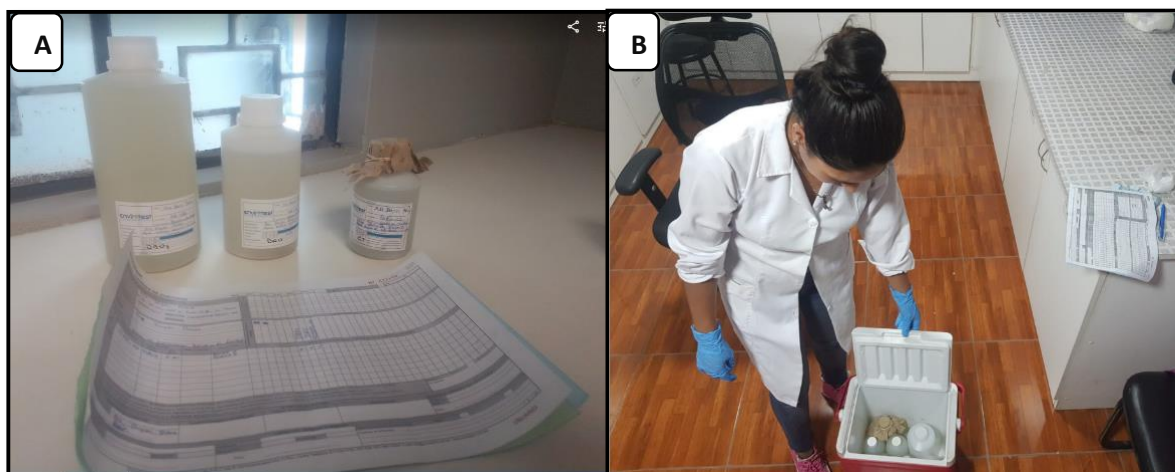


Figura 26. Acondicionamiento de las muestras tratadas para ser transportadas al laboratorio ENVITOTEST S.A

3.6. Método de análisis de datos

Con respecto al método de análisis de datos para la determinación de la reducción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, los datos fueron procesados mediante la estadística descriptiva usando el programa Microsoft Excel a través de tablas y gráficos.

3.7. Aspectos éticos

El informe de investigación se desarrolló con transparencia y honestidad debido a que se basó en los lineamientos del código de ética de la Universidad Cesar Vallejo (UCV) dado a que la información recogida del área de estudio solo se utilizó para fines académicos, así mismo la información de textos para el desarrollo del trabajo se obtuvo de fuentes confiables y por cada información tomada fue citada, por otro lado el trabajo de tesis será sometido al software Turniting para constatar el porcentaje similitud, (anexo 8).

IV. RESULTADOS

- Estadística descriptiva

Se presenta el análisis químico de la roca, la data y los gráficos (pre tratamiento) y se compara con los LMP, 003-2010-MINAM, (tabla 13). Luego se presenta la data con los gráficos (post tratamiento) y por último se presenta la remoción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos.

- Resultado del análisis químico de la roca natural Alcaparrosa

Con respecto a la composición de roca Alcaparrosa, tabla 12 y anexo 4.

Tabla 12. Composición típica de la Alcaparrosa Peruana

COMPUESTO	PESO (%)
CaO	59.80
Fe ₂ O ₃	18.60
H ₂ O	11.30
SiO ₂	7.40
Al ₂ O ₃	2.60
K ₂ O	0.01
MgO	0.02
Na ₂ O	0.04

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), 2019

3.3 Resultados iniciales del agua residual doméstica

Los resultados iniciales tabla 13 y anexo 7.

Tabla 13. Caracterización de las aguas residuales domésticas

PARÁMETROS	UNIDAD	ANTES TRATAMIENTO	LMP-003 2010-MINAM
Temperatura	°C	19.56	<35
C.E	mS/cm	1285	No reporta
pH	0-14	7.43	6.5-8.5
OD	ml/L	1.06	No reporta
Turbidez	NTU	172	No reporta
DBO ₅	ml/L	1523	100
DQO	ml/L	3340	200
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	3,3E+06	10,000

Fuente: Laboratorio GREENLABPERU S.A.C – ENVIROTEST S.A.C

* LMP, 003-2010-MINAM, normativa vigente para aguas residuales domésticas”

Con respecto a los parámetros físicos de la tabla 13:

El valor de la temperatura del efluente domésticas fue de 19.56 °C, valor que se encuentra dentro de los LMP, que deben ser valores <35 °C.

El resultado del análisis inicial de la conductividad fue de 1285 mS/cm, se puede constatar que la conductividad que presenta el efluente domestico es elevado debido a la disminución de la presencia de oxígeno disuelto.

El valor de la turbidez inicial fue de 172 NTU, valor que reduce la transparencia de la muestra de agua debido a la concentración de partículas coloidales, las mismas que disminuyen la concentración de oxígeno disuelto en el agua.

Parámetros químicos de la tabla 13:

Resultado del análisis inicial del pH del agua fue 7.43, se puede decir que el nivel del potencial de hidrogeno no influye en las plantas ni en los microorganismos presentes en el agua residual doméstica debido a que el valor del pH, se encuentra dentro los LMP que son valores entre 6-8. Cuando el pH es menor a 5.5 o mayor a 9 se dice que hay pocas posibilidades de vida ([Araujo et al., 1990](#)).

El resultado del análisis inicial del oxígeno disuelto fue de 1.06 mg/l, valor que se encuentra por debajo de los LMP que es ≥ 5 , se puede decir que el efluente contiene baja concentración de oxígeno por la presencia de desechos. La concentración de oxígeno disuelto en el agua favorece a las bacterias, nichos de vida acuática y también a la fotosíntesis ([Lozano y Lozano, 2015](#)).

Referente a los parámetros DBO₅ DQO y Coliformes Termotolerantes, los valores comparados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) en las figuras. 27, 28 y 29.



Figura 27. Resultado inicial de la Demanda Bioquímica del Oxígeno

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) fue de 1523mg/l, valor que supera los LMP que es 100 mg/l. Se determina que el agua está muy contaminada debido a la gran cantidad de materia orgánica, también se puede decir que el efluente contiene menor cantidad de oxígeno disponible para formas más complejas de vida acuática.

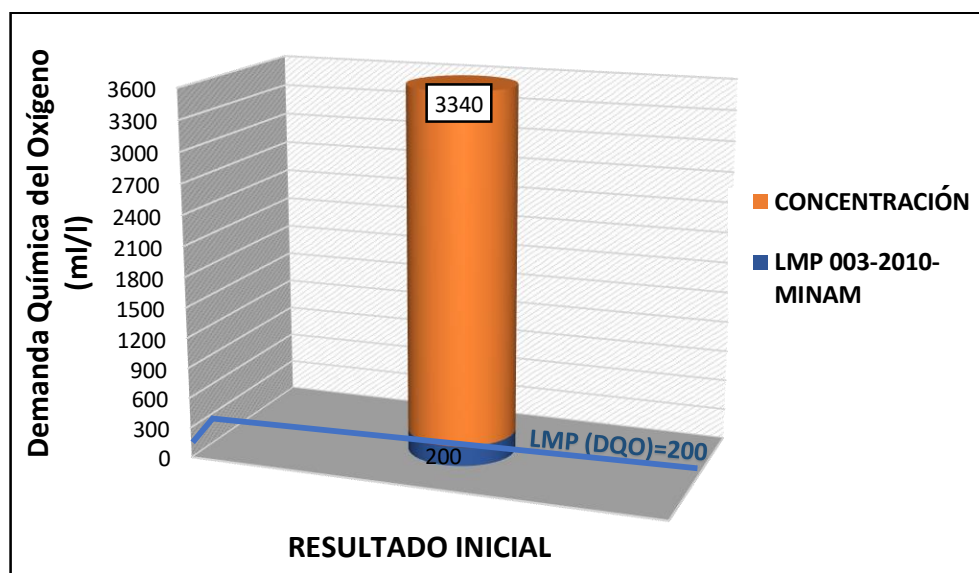


Figura 28. Resultado inicial de la Demanda Química del Oxígeno

El valor inicial de la DQO es 3340 mg/l valor que también supera los LMP que es 200 mg/l. El agua presenta gran cantidad de contaminantes bioquímicos.

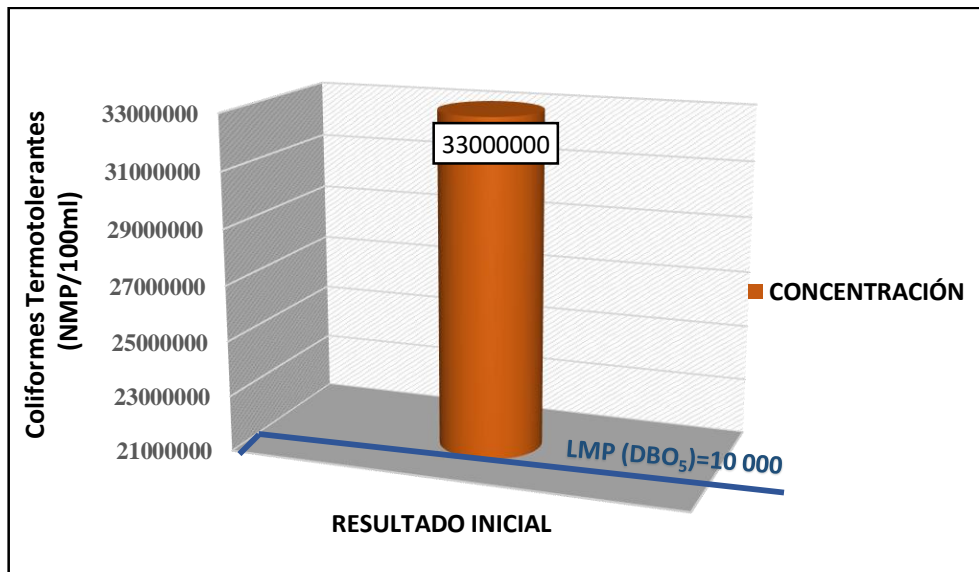


Figura 29. Resultado inicial de los Coliformes Termotolerantes

El resultado de la presencia de Coliformes Termotolerantes o Coliformes fecales es de 33 000 000 NMP/100ml, valor que se encuentra muy por encima de los LMP que es de 10,000 NMP/100ml, este último valor debería tener como máximo un efluente de agua residual doméstica para poder ser vertido a un cuerpo receptor.

Los resultados indican que esta agua residual doméstica no puede ser utilizada, tampoco puede ser vertida a un cuerpo receptor. Por otro lado, estos resultados iniciales servirán de control para poder comparar y determinar la remoción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas después de ser tratadas con el coagulante natural Alcaparrosa.

- Resultados después del tratamiento con la roca Alcaparrosa

En la tabla 14 se muestra el resultado de las 36 pruebas realizadas en el laboratorio GREENLAB PERU S.A.C.

Tabla 14. Resultado de la matriz de experimentación

Pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN		SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rapida	Dosis (g/mL)	Diám (µm)	Tiempo V. Lenta		Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	Prom (NTU)
P1	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40 rpm		30	4.09	4.91	4.26	4.42
P2		0.16	106			30	1.56	1.92	1.83	1.77
P3		0.14	106			30	3.35	3.22	3.09	3.22
P4		0.12	106			30	5.28	5.41	5.36	5.35
P5	60seg 200rpm	0.18	53	5 min 40 rpm		20	3.07	3.03	3.05	3.05
P6		0.16	53			20	2.43	2.36	2.45	2.41
P7		0.14	53			20	3.53	3.35	3.56	3.48
P8		0.12	53			20	4.42	4.37	4.57	4.45
P9	60seg 200rpm	0.18	26	5 min 40 rpm		30	3.89	3.61	3.79	3.76
P10		0.16	26			30	1.52	1.62	1.48	1.54
P11		0.14	26			30	2.73	2.25	2.56	2.51
P12		0.12	26			30	5.59	5.72	5.69	5.67
P13	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40 rpm		20	7.17	7.07	7.25	7.16
P14		0.16	106			20	3.17	3.05	3.14	3.12
P15		0.14	106			20	5.63	5.85	5.59	5.69
P16		0.12	106			20	8.46	8.39	8.53	8.46
P17	60seg 200rpm	0.18	53	5 min 40 rpm		10	4.15	4.17	4.13	4.15
P18		0.16	53			10	3.26	3.34	3.27	3.29
P19		0.14	53			10	5.45	5.67	5.51	5.54
P20		0.12	53			10	6.31	6.09	6.12	6.17
P21	60seg 200rpm	0.18	26	5 min 40 rpm		20	5.67	5.51	5.95	5.71
P22		0.16	26			20	3.47	3.45	3.24	3.39
P23		0.14	26			20	4.25	4.19	4.19	4.21
P24		0.12	26			20	6.46	6.69	6.42	6.52
P25	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40 rpm		10	10.28	10.39	10.32	10.33
P26		0.16	106			10	5.54	5.61	5.58	5.58
P27		0.14	106			10	7.56	7.75	7.57	7.63
P28		0.12	106			10	11.67	11.61	11.49	11.59
P29	60seg 200rpm	0.18	53	5 min 40 rpm		30	7.19	7.23	7.19	7.20
P30		0.16	53			30	6.27	6.45	6.14	6.29
P31		0.14	53			30	7.68	7.87	7.79	7.78
P32		0.12	53			30	8.41	8.32	8.29	8.34
P33	60seg 200rpm	0.18	26	5 min 40 rpm		10	7.14	7.19	7.13	7.15
P34		0.16	26			10	5.01	5.95	5.17	5.38
P35		0.14	26			10	6.13	6.12	6.09	6.11
P36		0.12	26			10	9.65	9.74	9.62	9.67

Fuente: Laboratorio GREENLAB PERU S.A.C

Para una mejor evaluación y visualización del comportamiento de la turbidez con respecto a las 36 pruebas, ver figura 29.

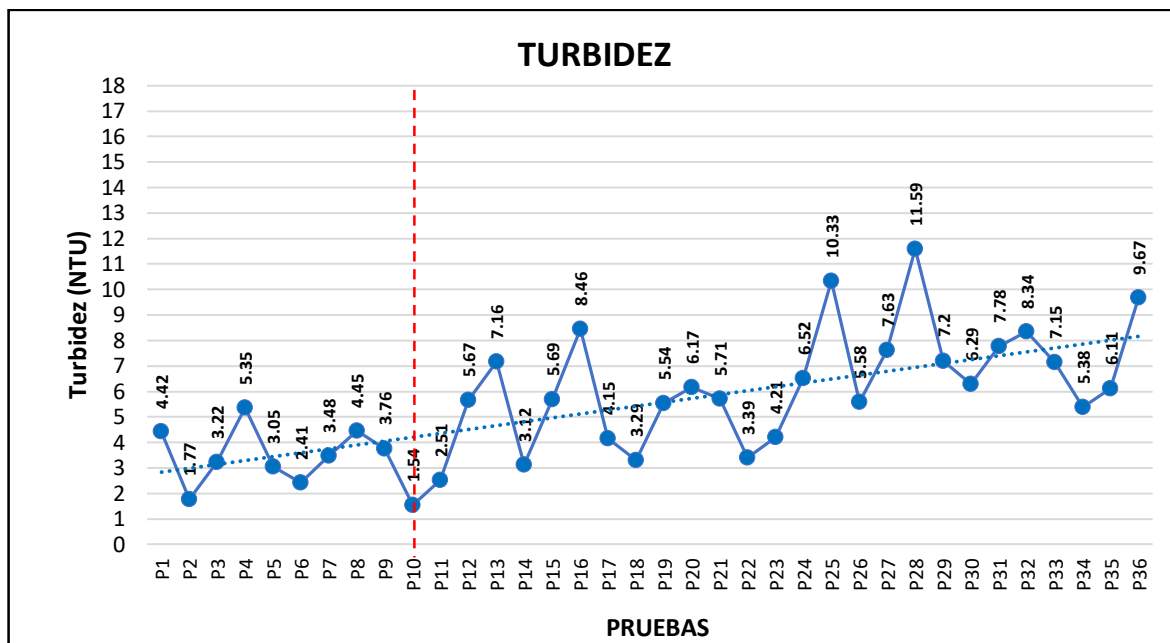


Figura 30. Comportamiento de la turbidez con respecto a las 36 pruebas

Se evidencia en la figura 30 que las condiciones óptimas corresponden a la prueba 10 y estas son: de 0.16 gramos, 26 μ m de diámetro, agitación máxima de 200 rpm por 1 minuto y 40 rpm por 5 minutos y 30 minutos de sedimentación, condiciones que logró una mayor reducción de la turbidez siendo de 1.54 NTU tabla 14 y figura30 y 31.

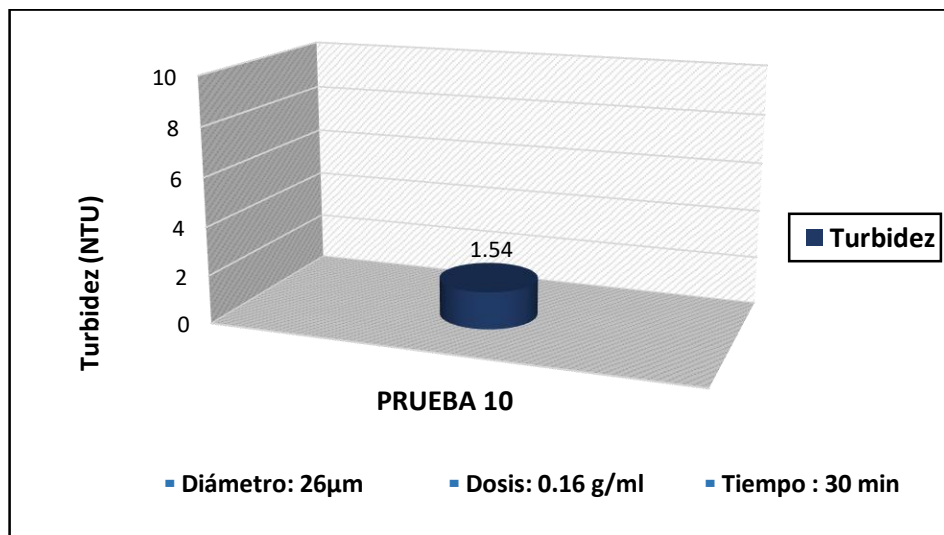


Figura 31. Resultado de la turbidez- prueba 10

A continuación, se muestra el resultado de la turbidez con respecto a tres diferentes dosis de coagulante 0.8g, 0.16g y 0.14g.

Tabla 15. *Turbidez con respecto al dosis del coagulante*

Pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN	SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rapida	Dosis (g/mL)	Diám (µm)	Tiempo V. Lenta	Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	NTU (Prom)
P1	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40 rpm	30	4.09	4.91	4.26	4.42
P2		0.16	106		30	1.56	1.92	1.83	1.77
P3		0.14	106		30	3.35	3.22	3.09	3.22
P4		0.12	106		30	5.28	5.41	5.36	5.35
P13	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40 rpm	20	7.17	7.07	7.25	7.16
P14		0.16	106		20	3.17	3.05	3.14	3.12
P15		0.14	106		20	5.63	5.85	5.59	5.69
P16		0.12	106		20	8.46	8.39	8.53	8.46
P25	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40 rpm	10	10.28	10.39	10.32	10.33
P26		0.16	106		10	5.54	5.61	5.58	5.58
P27		0.14	106		10	7.56	7.75	7.57	7.63
P28		0.12	106		10	11.67	11.61	11.49	11.59

En la tabla 15 se observa los resultados de la turbidez con respecto a las diferentes dosis del coagulante (roca Alcaparrosa) bajo las condiciones de diámetro de partícula 106 µm, agitación rápida de 200 rpm por 60 segundos (coagulación), agitación lenta de 40rpm por 5 minutos (floculación) y a tiempos de sedimentación de 30, 20 y 10 minutos. se evidenció un menor valor de la turbidez de 1.77 NTU con la dosis de 0.16 gramos.

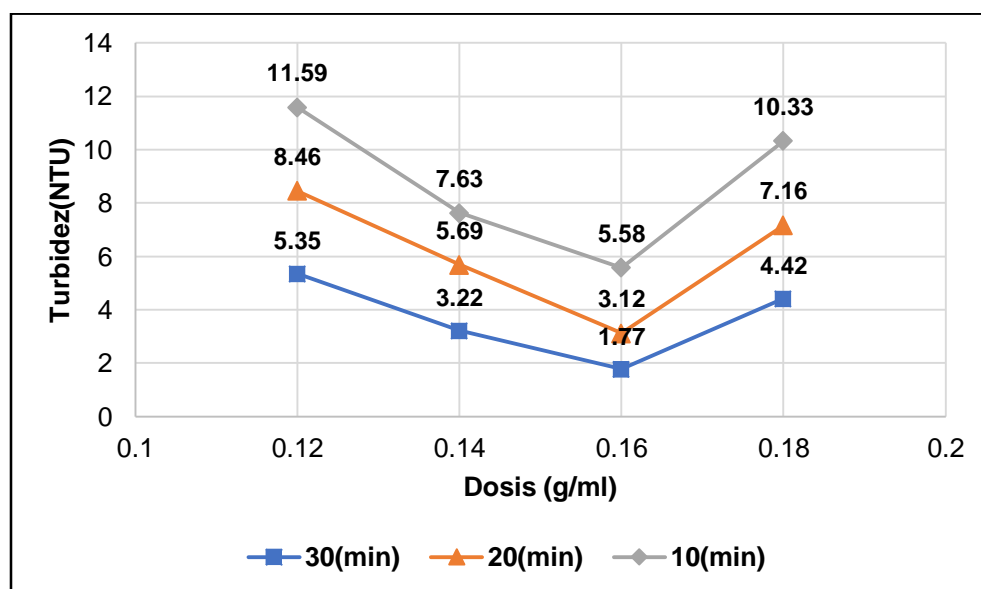


Figura 32. *Turbidez vs dosis del coagulante*

En la figura 32 se mostró el menor valor de turbidez con una dosis de 0.16 gramos, continuando las dosis 0.14, 0.18 y 0.12 gramos.

Tabla 16. *Turbidez con respecto a la dosis del coagulante*

N° de pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN	SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rápida	Dosis (g/mL)	Diám (µm)	Tiempo V. Lenta	Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	NTU (Prom)
P29	60seg 200rpm	0.18	53	5 min 40 rpm	30	7.19	7.23	7.19	7.20
P30		0.16	53		30	6.27	6.45	6.14	6.29
P31		0.14	53		30	7.68	7.87	7.79	7.78
P32		0.12	53		30	8.41	8.32	8.29	8.34
P5	60seg 200rpm	0.18	53	5 min 40 rpm	20	3.07	3.03	3.05	3.05
P6		0.16	53		20	2.43	2.36	2.45	2.41
P7		0.14	53		20	3.53	3.35	3.56	3.48
P8		0.12	53		20	4.42	4.37	4.57	4.45
P17	60seg 200rpm	0.18	53	5 min 40 rpm	10	4.15	4.17	4.13	4.15
P18		0.16	53		10	3.26	3.34	3.27	3.29
P19		0.14	53		10	5.45	5.67	5.51	5.54
P20		0.12	53		10	6.31	6.09	6.12	6.17

En la tabla 16 se presenta los resultados de la turbidez con respecto a las diferentes dosis del coagulante (roca Alcaparrosa) bajo las condiciones de diámetro de partícula 53 µm, agitación rápida de 200 rpm por 60 segundos (coagulación), agitación lenta de 40rpm por 5 minutos (floculación) y a tiempos de sedimentación de 30, 20 y 10 minutos. Se evidenció un menor valor de la turbidez de 2.41 NTU con la dosis de 0.16 gramos.

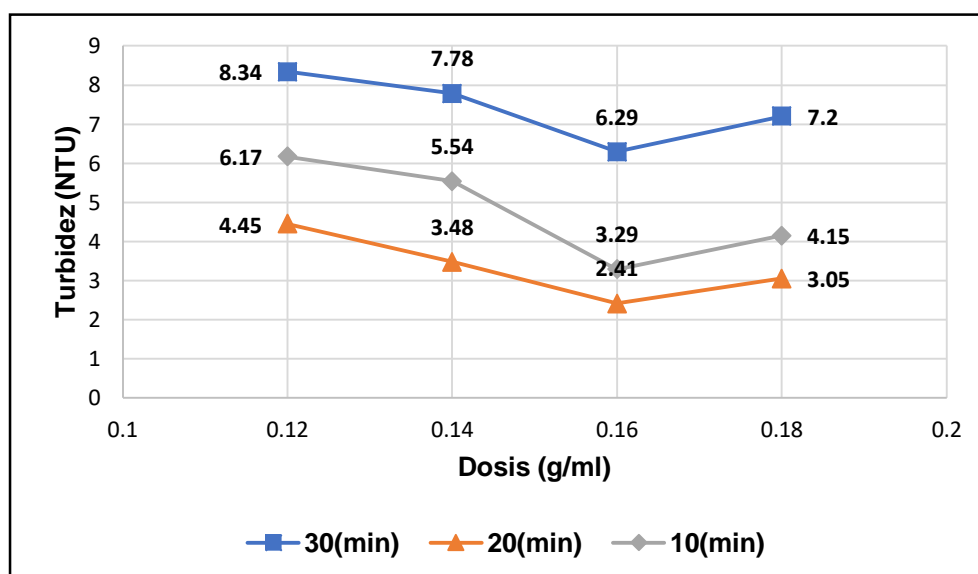


Figura 33. *Turbidez con respecto a la dosis del coagulante*

En la figura 33 se mostró un mejor valor de la turbidez con una dosis de 0.16 gramos, continuando las dosis 0.18, 0.14 y 0.12 gramos.

Tabla 17. Turbidez con respecto a la dosis del coagulante

Pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN		SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rapida	Dosis (g/mL)	Diám (µm)	Tiempo V. Lenta		Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	NTU (Prom)
P9		0.18	26			30	3.89	3.61	3.79	3.76
P10	60seg	0.16	26	5 min		30	1.52	1.62	1.48	1.54
P11	200rpm	0.14	26	40 rpm		30	2.73	2.25	2.56	2.51
P12		0.12	26			30	5.59	5.72	5.69	5.67
P21		0.18	26			20	5.67	5.51	5.95	5.71
P22	60seg	0.16	26	5 min		20	3.47	3.45	3.24	3.39
P23	200rpm	0.14	26	40 rpm		20	4.25	4.19	4.19	4.21
P24		0.12	26			20	6.46	6.69	6.42	6.52
P33		0.18	26			10	7.14	7.19	7.13	7.15
P34	60seg	0.16	26	5 min		10	5.01	5.95	5.17	5.38
P35	200rpm	0.14	26	40 rpm		10	6.13	6.12	6.09	6.11
P36		0.12	26			10	9.65	9.74	9.62	9.67

En la tabla 17 se observa los resultados de la turbidez con respecto a las diferentes dosis del coagulante (roca Alcaparrosa) bajo las condiciones de diámetro de partícula 26 µm, agitación rápida de 200 rpm por 60 segundos (coagulación), agitación lenta de 40rpm por 5 minutos (floculación) y a tiempos de sedimentación de 30, 20 y 10 minutos. Se evidenció menor valor de la turbidez de 1.54 NTU con la dosis de 0.16 gramos

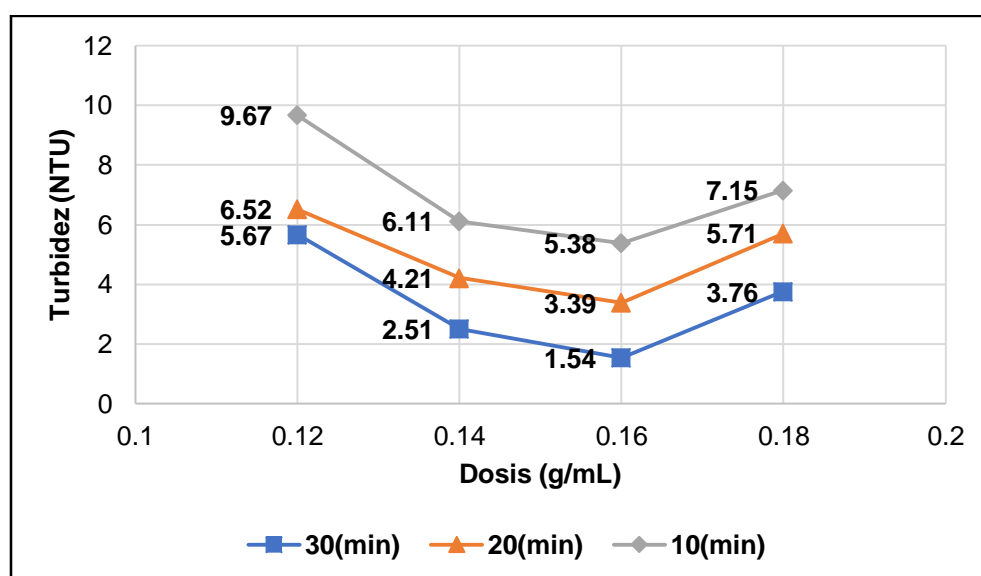


Figura 34. Turbidez vs dosis del coagulante

En la figura 34 se mostró un menor valor de la de turbidez con una dosis de 0.16 gramos, continuando las dosis 0.14, 0.18 y 0.12 gramos.

- La turbidez con respecto a los diámetros de partícula 106 μm , 53 μm y 26 μm .

Tabla 18. Turbidez con respecto al diámetro de partícula

Pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN	SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rapida	Dosis (g/mL)	Diám (μm)	Tiempo V. Lenta	Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	NTU (Prom)
P1	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40 rpm	30	4.09	4.91	4.26	4.42
P29		0.18	53		30	7.19	7.23	7.19	7.20
P9		0.18	26		30	3.89	3.61	3.79	3.76
P2	60seg 200rpm	0.16	106	5 min 40 rpm	30	1.56	1.92	1.83	1.77
P30		0.16	53		30	6.27	6.45	6.14	6.29
P10		0.16	26		30	1.52	1.62	1.48	1.54
P3	60seg 200rpm	0.14	106	5 min 40 rpm	30	3.35	3.22	3.09	3.22
P31		0.14	53		30	7.68	7.87	7.79	7.78
P11		0.14	26		30	2.73	2.25	2.56	2.51
P4	60seg 200rpm	0.12	106	5 min 40 rpm	30	5.28	5.41	5.36	5.35
P32		0.12	53		30	8.41	8.32	8.29	8.34
P12		0.12	26		30	5.59	5.72	5.69	5.67

En la tabla 18 se observa los resultados de la turbidez con respecto a los diferentes diámetros de partícula (roca Alcaparrosa), bajo las condiciones de dosis 0.18, 0.16 y 0.14 y 0.12 gramos, agitación rápida de 200 rpm por 60 segundos (coagulación), agitación lenta de 40rpm por 5 minutos (floculación) y a tiempo de sedimentación de 30 minutos. se evidenció un menor valor de la turbidez de 1.54 NTU con el diámetro de partícula de 26 μm

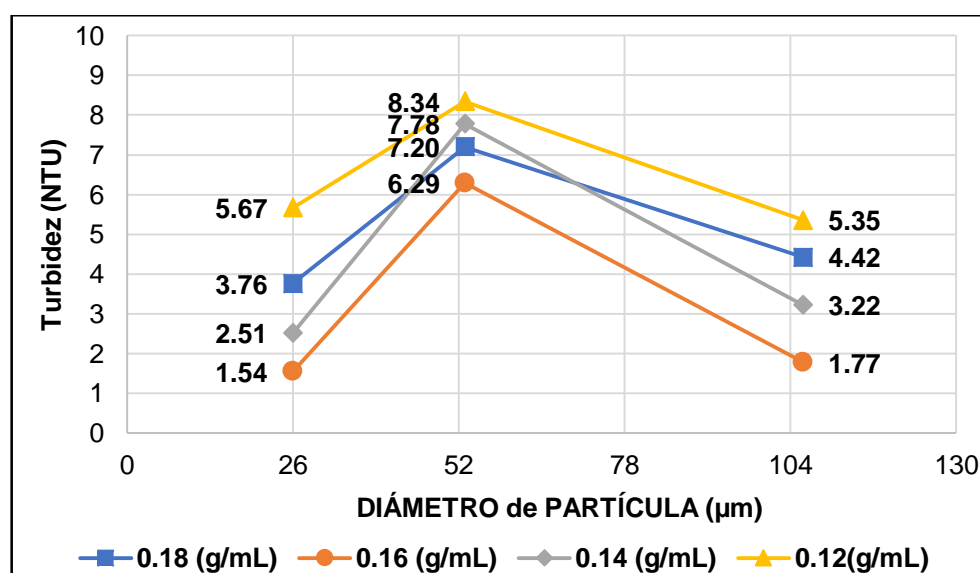


Figura 35. Turbidez con respecto al diámetro de la partícula

En la figura 35 se mostró el mejor valor de turbidez con un diámetro de partícula

de 26 μm , continuando los diámetros 106 y 53 μm .

Tabla 19. Turbidez con respecto al diámetro de partícula

Pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN	SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rápida	Dosis (g/mL)	Diám (μm)	Tiempo V. Lenta	Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	NTU (Prom)
P13	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40 rpm	20	7.17	7.07	7.25	7.16
P5		0.18	53		20	3.07	3.03	3.05	3.05
P21		0.18	26		20	5.67	5.51	5.95	5.71
P14	60seg 200rpm	0.16	106	5 min 40 rpm	20	3.17	3.05	3.14	3.12
P6		0.16	53		20	2.43	2.36	2.45	2.41
P22		0.16	26		20	3.47	3.45	3.24	3.39
P15	60seg 200rpm	0.14	106	5 min 40 rpm	20	5.63	5.85	5.59	5.69
P7		0.14	53		20	3.53	3.35	3.56	3.48
P23		0.14	26		20	4.25	4.19	4.19	4.21
P16	60seg 200rpm	0.12	106	5 min 40 rpm	20	8.46	8.39	8.53	8.46
P8		0.12	53		20	4.42	4.37	4.57	4.45
P24		0.12	26		20	6.46	6.69	6.42	6.52

En la tabla 19 se observa los resultados de la turbidez con respecto a los diferentes diámetros de partícula (roca Alcaparrosa), bajo las condiciones de dosis 0.18, 0.16 y 0.14 y 0.12 gramos, agitación rápida de 200 rpm por 60 segundos (coagulación), agitación lenta de 40rpm por 5 minutos (floculación) y a tiempo de sedimentación de 20 minutos. Se evidenció un menor valor de la turbidez de 2.41 NTU con un diámetro de partícula de 53 μm .

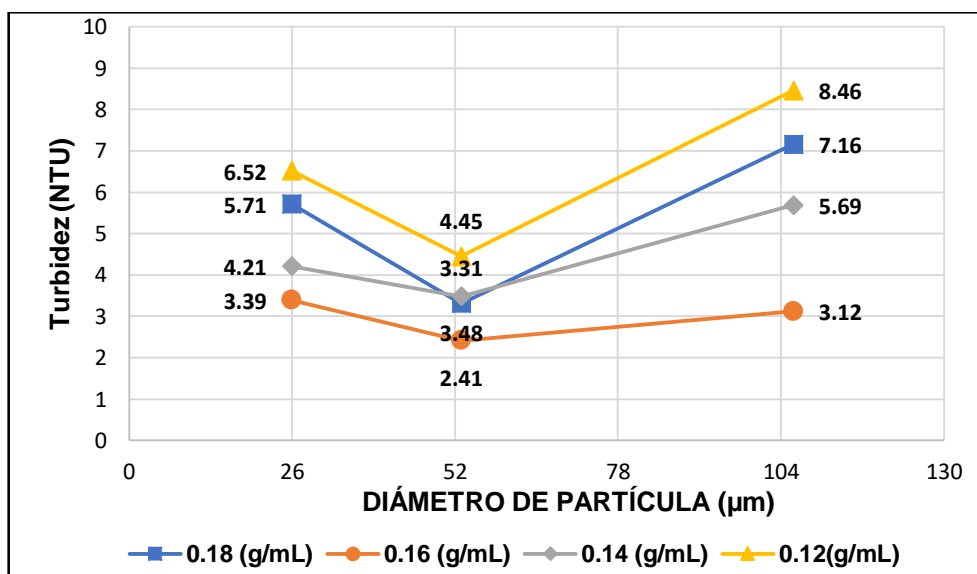


Figura 36. Turbidez vs diámetro de la partícula

En la figura 36 se muestra el mejor valor de turbidez con un diámetro de partícula de 53 μm , continuando los diámetros 106 y 26 μm .

Tabla 20. Turbidez con respecto al diámetro de partícula

Pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN	SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rápida	Dosis (g/mL)	Diám (μm)	Tiempo V. Lenta	Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	NTU (Prom)
P25	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40 rpm	10	10.28	10.39	10.32	10.33
P17		0.18	53		10	4.15	4.17	4.13	4.15
P33		0.18	26		10	7.14	7.19	7.13	7.15
P26	60seg 200rpm	0.16	106	5 min 40 rpm	10	5.54	5.61	5.58	5.58
P18		0.16	53		10	3.26	3.34	3.27	3.29
P34		0.16	26		10	5.01	5.95	5.17	5.38
P27	60seg 200rpm	0.14	106	5 min 40 rpm	10	7.56	7.75	7.57	7.63
P19		0.14	53		10	5.45	5.67	5.51	5.54
P35		0.14	26		10	6.13	6.12	6.09	6.11
P28	60seg 200rpm	0.12	106	5 min 40 rpm	10	11.67	11.61	11.49	11.59
P20		0.12	53		10	6.31	6.09	6.12	6.17
P36		0.12	26		10	9.65	9.74	9.62	9.67

En la tabla 20 se observa los resultados de la turbidez con respecto a los diferentes diámetros de partícula (roca Alcaparrosa), bajo las condiciones de dosis 0.18, 0.16 y 0.14 y 0.12 gramos, agitación rápida de 200 rpm por 60 segundos (coagulación), agitación lenta de 40rpm por 5 minutos (floculación) y a tiempo de sedimentación de 10 minutos. Se evidenció un mejor resultado de la turbidez de 3.29 NTU con un diámetro de partícula de 53 μm .

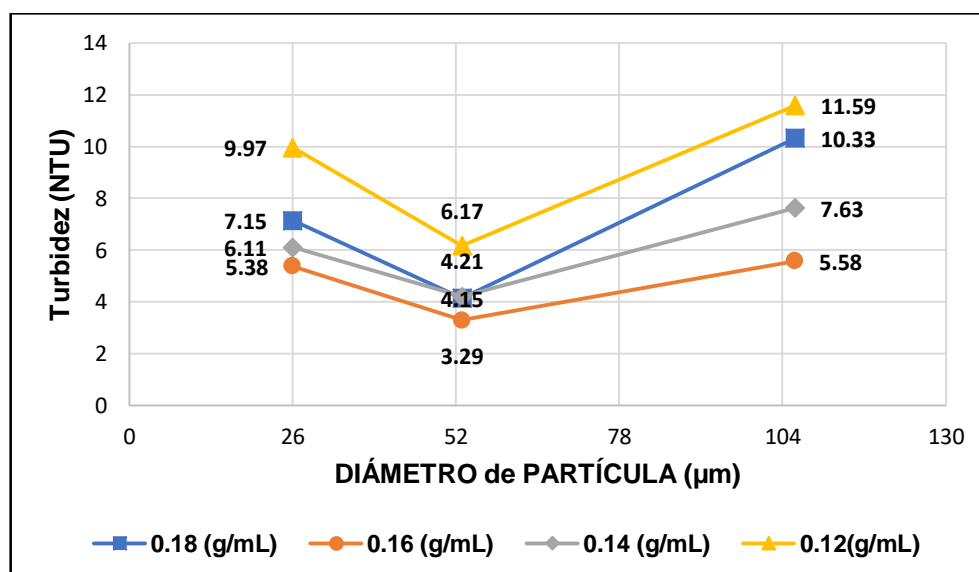


Figura 37. Turbidez con respecto al Diametro de partícula

En la figura 37 se muestra el menor valor de la turbidez con un diámetro de partícula de 53 μm , continuando los diámetros 26 y 106 μm .

- La turbidez con respecto a los tiempos de sedimentación 10, 20 y 30 minutos.

Tabla 21. Turbidez con respecto al tiempo de sedimentación

Pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN	SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rápida	Dosis (g/mL)	Diám (μm)	Tiempo V. Lenta	Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	NTU (Prom)
P1	60seg 200rpm	0.18	106	5 min 40 rpm	30	4.09	4.91	4.26	4.42
P13		0.18	106		20	7.17	7.07	7.25	7.16
P25		0.18	106		10	10.28	10.39	10.32	10.33
P2	60seg 200rpm	0.16	106	5 min 40 rpm	30	1.56	1.92	1.83	1.77
P14		0.16	106		20	3.17	3.05	3.14	3.12
P26		0.16	106		10	5.54	5.61	5.58	5.58
P3	60seg 200rpm	0.14	106	5 min 40 rpm	30	3.35	3.22	3.09	3.22
P15		0.14	106		20	5.63	5.85	5.59	5.69
P27		0.14	106		10	7.56	7.75	7.57	7.63
P4	60seg 200rpm	0.12	106	5 min 40 rpm	30	5.28	5.41	5.36	5.35
P16		0.12	106		20	8.46	8.39	8.53	8.46
P28		0.12	106		10	11.67	11.61	11.49	11.59

En la tabla 21 se observa los resultados de la turbidez con respecto a los diferentes tiempos de sedimentación, bajo las condiciones de dosis (roca alcaparrosa) 0.18, 0.16 y 0.14 y 0.12 gramos y diámetro de partícula (roca Alcaparrosa) de 106 μm , agitación rápida de 200 rpm por 60 segundos (coagulación), agitación lenta de 40rpm por 5 minutos (floculación). Se evidenció mejor valor de la turbidez de 1.77 NTU con un tiempo de 30 minutos.

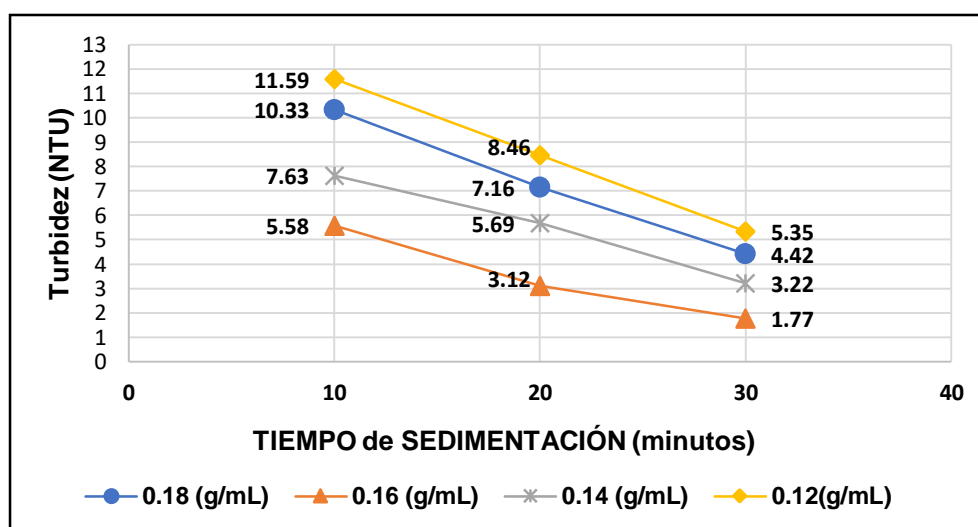


Figura 38. Turbidez vs tiempo de sedimentación

En la figura 38 se muestra un mejor resultado de la turbidez con un tiempo de sedimentación de 30 minutos, continuando los tiempos 20 y 10 minutos.

Tabla 22. Turbidez con respecto al tiempo de sedimentación

Pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN		SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rápida	Dosis (g/mL)	Diám (µm)	Tiempo V. Lenta		Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	NTU (Prom)
P5	60seg 200rpm	0.18	53	5 min 40 rpm		30	3.07	3.03	3.05	3.05
P17		0.18	53			20	4.15	4.17	4.13	4.15
P29		0.18	53			10	7.19	7.23	7.19	7.20
P6	60seg 200rpm	0.16	53	5 min 40 rpm		30	2.43	2.36	2.45	2.41
P18		0.16	53			20	3.26	3.34	3.27	3.29
P30		0.16	53			10	6.27	6.45	6.14	6.29
P7	60seg 200rpm	0.14	53	5 min 40 rpm		30	3.53	3.35	3.56	3.48
P19		0.14	53			20	5.45	5.67	5.51	5.54
P31		0.14	53			10	7.68	7.87	7.79	7.78
P8	60seg 200rpm	0.12	53	5 min 40 rpm		30	4.42	4.37	4.57	4.45
P20		0.12	53			20	6.31	6.09	6.12	6.17
P32		0.12	53			10	8.41	8.32	8.29	8.34

En la tabla 22 se observa los resultados de la turbidez con respecto a los diferentes tiempos de sedimentación, bajo las condiciones de dosis (roca alcaparrosa) 0.18, 0.16 y 0.14 y 0.12 gramos y diámetro de partícula (roca Alcaparrosa) de 53 µm, agitación rápida de 200 rpm por 60 segundos (coagulación), agitación lenta de 40rpm por 5 minutos (floculación). Se evidenció el mejor valor de la turbidez de 2.41 NTU con un tiempo de sedimentación de 30 minutos.

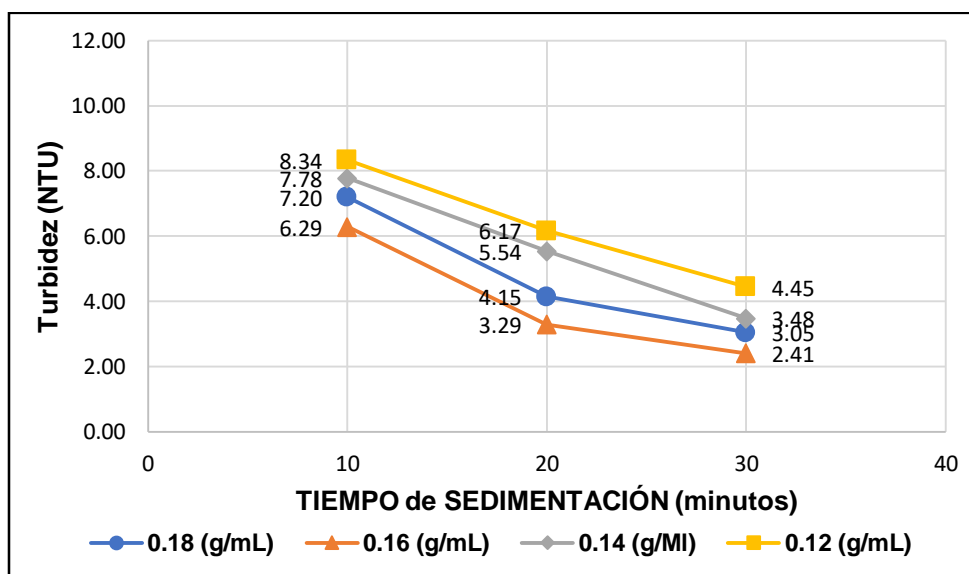


Figura 39. Turbidez con respecto al tiempo de sedimentación

De la figura 39 se observa que a 30 minutos de sedimentación el valor de la turbidez es mejor, seguido los tiempos de 20 y 10 minutos.

Tabla 23. Turbidez con respecto al tiempo de sedimentación

Pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN	SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rapida	Dosis (g/ml)	Diám (µm)	Tiempo V. Lenta	Tiempo (Min)	R1 (NTU)	R2 (NTU)	R3 (NTU)	NTU (Prom)
P9	60seg 200rpm	0.18	26	5 min 40 rpm	30	3.89	3.61	3.79	3.76
P21		0.18	26		20	5.67	5.51	5.95	5.71
P33		0.18	26		10	7.14	7.19	7.13	7.15
P10	60seg 200rpm	0.16	26	5 min 40 rpm	30	1.52	1.62	1.48	1.54
P22		0.16	26		20	3.47	3.45	3.24	3.39
P34		0.16	26		10	5.01	5.95	5.17	5.38
P11	60seg 200rpm	0.14	26	5 min 40 rpm	30	2.73	2.25	2.56	2.51
P23		0.14	26		20	4.25	4.19	4.19	4.21
P35		0.14	26		10	6.13	6.12	6.09	6.11
P12	60seg 200rpm	0.12	26	5 min 40 rpm	30	5.59	5.72	5.69	5.67
P24		0.12	26		20	6.46	6.69	6.42	6.52
P36		0.12	26		10	9.65	9.74	9.62	9.67

En la tabla 23 se observa los resultados de la turbidez con respecto a los diferentes tiempos de sedimentación, bajo las condiciones de dosis (roca alcaparrosa) 0.18, 0.16 y 0.14 y 0.12 gramos y diámetro de partícula (roca Alcaparrosa) de 26 µm, agitación rápida de 200 rpm por 60 segundos (coagulación), agitación lenta de 40rpm por 5 minutos (floculación). Con un tiempo de 30 minutos de sedimentación se evidenció el mejor valor de la turbidez de 1.54 NTU.

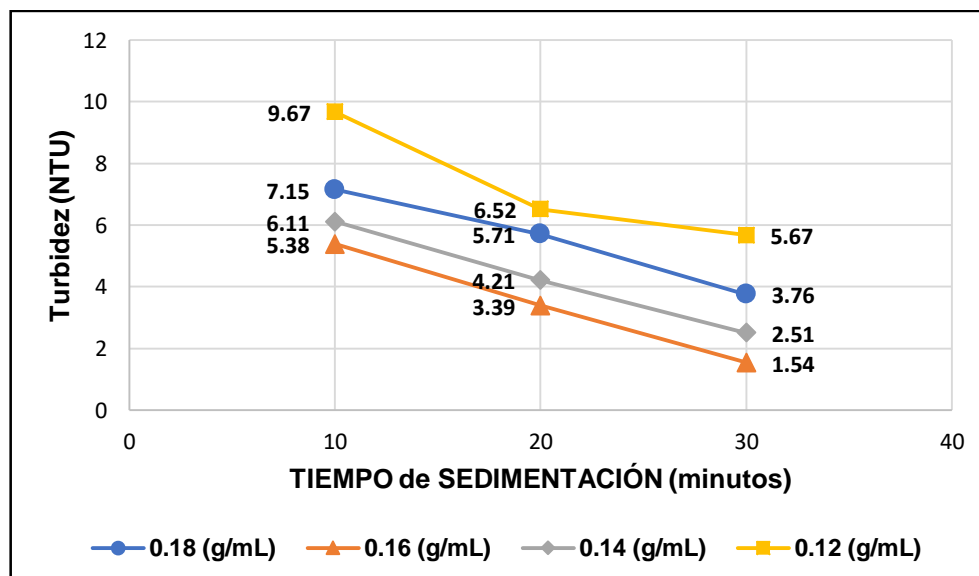


Figura 40. Turbidez con respecto al tiempo de sedimentación

De la figura 40 se mostró que la turbidez presento mejor valor a un tiempo de sedimentación de 30 minutos seguido de los tiempos 20 y 10 minutos.

El agua residual domestica del distrito de Bolívar tratada bajo las condiciones óptimas encontradas en la prueba 10, los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tabla 24 y anexo6.

Tabla 24. Resultado de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos - prueba 10

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LMP 003-2010 MINAM	DESPUÉS		
			ANTES	Diámetro 26 µm	% DE REDUCCIÓN
				Dosis 0.16 g/mL	
				Tiempo 30 min	
Temperatura	°C	<35	19.56	20.1	-
CE	mS/cm	No reporta	1285	1132	-
pH	14	6.5-8.5	7.43	6.53	-
OD	mg/L	No reporta	1.06	8.17	-
Turbidez	NTU	No reporta	172	1.54	99.10%
DBO ₅	mg/L	100	1523	81.9	94.62%
DQO	mg/L	200	3340	172.3	94.84%
C.T	NMP/100L	10000	3,3E+06	4,0E+00	99.99%

Fuente: ENVIROTEST S.A, GREENLAB PERU S.A.C

-Temperatura, el valor final es de 21.1, valor que se encuentra dentro de los LMP (<35 °C). La temperatura influye en la calidad del agua, la cantidad de microorganismos presentes en ella, como también el comportamiento del pH, la cantidad de oxígeno, la conductividad eléctrica u otros ([Lozano y Lozano, 2015](#)).

-Conductividad Eléctrica, el valor final es de 1132 mS/cm con respecto al valor inicial que es 1285 se considera un resultado adecuado debido que ha disminuido la presencia de sales presentes en el agua residual doméstica.

-Oxígeno Disuelto el valor final es 8.17 ml/L valor que se encuentra dentro los LMP que es ≥5, considerando que esta agua residual tratada se encuentra oxigenada y

puede ser apta para un nicho acuático.

Resultados de la reducción de la Turbidez

$$\text{Reducción \%} = \frac{\text{Resultado inicial (DBO5)} - \text{Resultado fina (DBO5)}}{\text{Resultado inicial (DBO5)}} \times 100$$

$$\text{Reducción \%} = \frac{172 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) - 1.54 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)}{172 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)} \times 100$$

$$\% \text{ Reducción} = 99.10$$

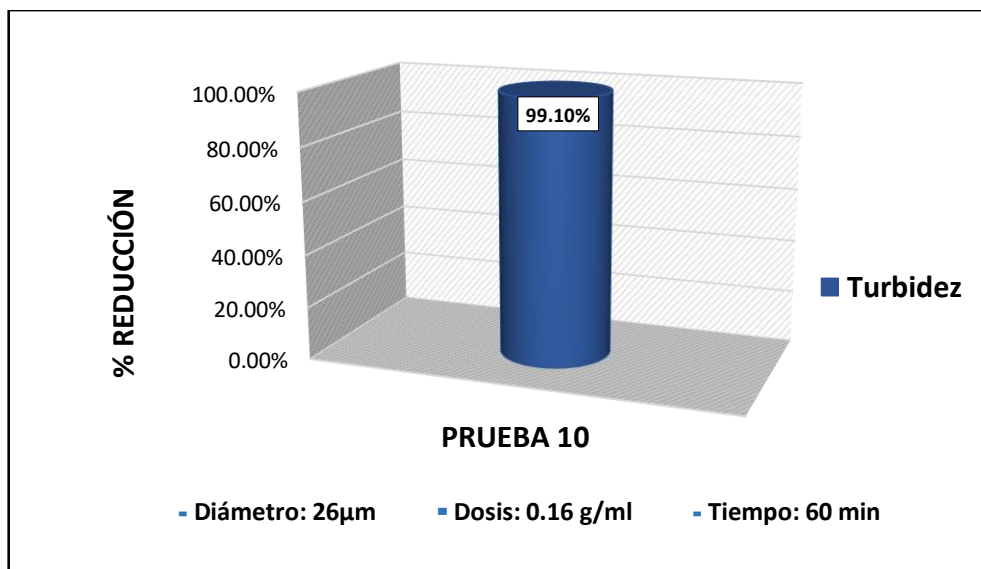


Figura 41. Porcentaje de reducción de la Turbidez

En la tabla 41 se observa el porcentaje de remoción de la turbidez, teniendo en cuenta valor inicial promedio de 172 NTU y un valor final promedio de 1.54 NTU, lo que da una diferencia de disminución de 169.59 NTU con respecto al valor inicial de la turbidez. Porcentualmente este valor corresponde a 99.23%.

Resultados de la reducción de la DBO₅

$$\text{Reducción \%} = \frac{\text{Resultado inicial (DBO5)} - \text{Resultado fina (DBO5)}}{\text{Resultado inicial (DBO5)}} \times 100$$

$$\text{Reducción \%} = \frac{1523 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) - 81.9 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)}{1523 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)} \times 100$$

$$\% \text{ Reducción} = 94.62$$

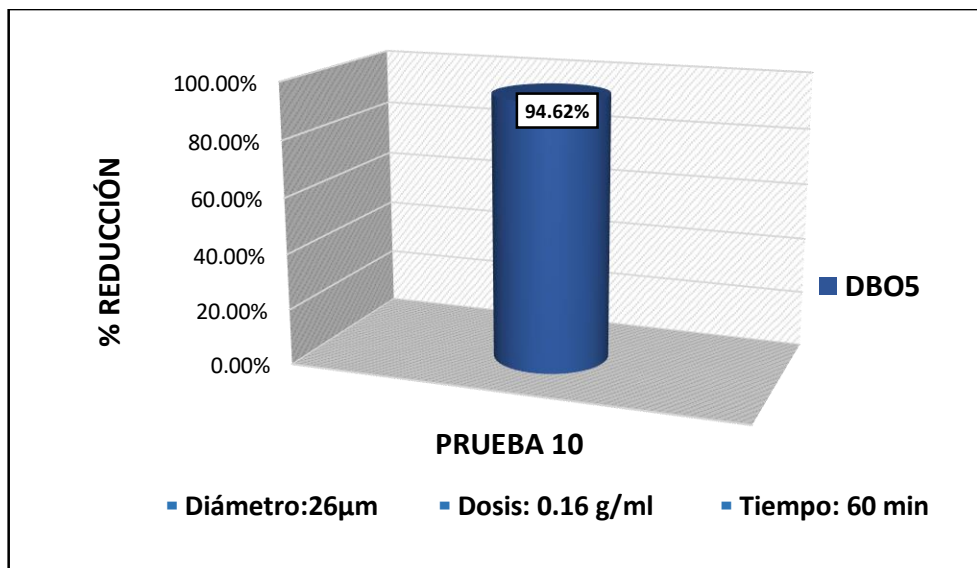


Figura 42. Porcentaje de reducción DBO5

En la tabla 42 se observa el porcentaje de remoción de la Demanda Bioquímica del Oxígeno, teniendo en cuenta valor inicial promedio de 1523 mg/L y un valor final promedio de 81.9 mg/L, lo que da una diferencia de disminución de 1441.1 mg/L con respecto al valor inicial de la turbidez. Porcentualmente este valor corresponde a 94.62%.

Resultado de la reducción de la DQO

$$\text{Reducción \%} = \frac{\text{Resultado inicial (DQO)} - \text{Resultado fina (DQO)}}{\text{Resultado inicial (DQO)}} \times 100$$

$$\text{Reducción \%} = \frac{3340 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 172 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{3340 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \times 100$$

$$\% \text{ Reducción} = 94.84$$

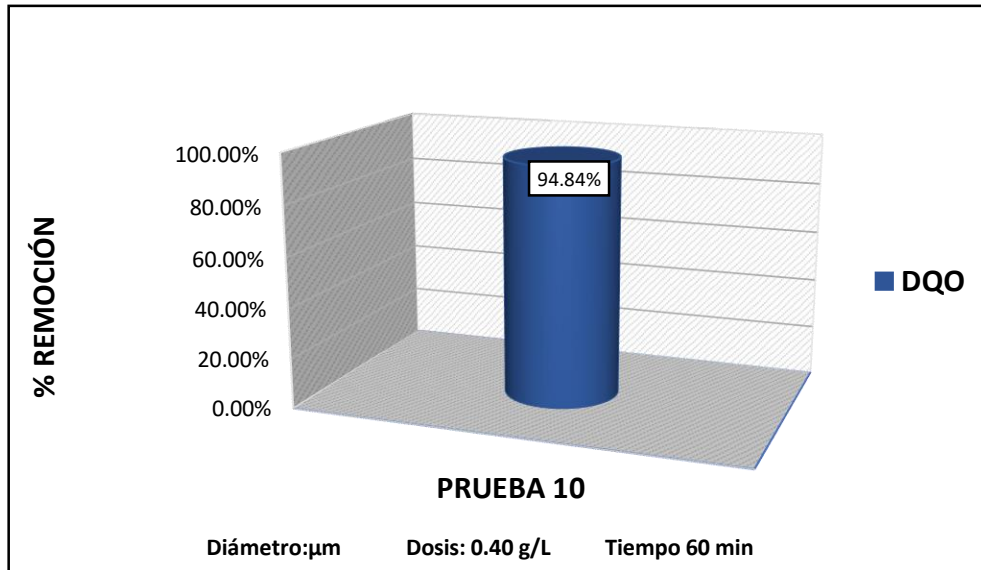


Figura 43. Porcentaje de reducción de la DQO

En la tabla 43 se observa el porcentaje de remoción de la Demanda Bioquímica del Oxígeno, teniendo en cuenta valor inicial promedio de 3340 mg/L y un valor final promedio de 172.3 mg/L, lo que da una diferencia de disminución de 3167.7 mg/L con respecto al valor inicial de la turbidez. Porcentualmente este valor corresponde a 94.84%.

Resultado de la reducción de los Coliformes Termotolerantes después del tratamiento

$$\text{Reducción \%} = \frac{\text{Resultado inicial (C.T)} - \text{Resultado fina (C.T)}}{\text{Resultado inicial (C.T)}} \times 100$$

$$\text{Reducción \%} = \frac{33000000 \frac{\text{NMP}}{100\text{L}} - 4 \frac{\text{NMP}}{100\text{L}}}{33000000 \frac{\text{NMP}}{100\text{L}}} \times 100$$

$$\text{Reducción \%} = 99.99$$

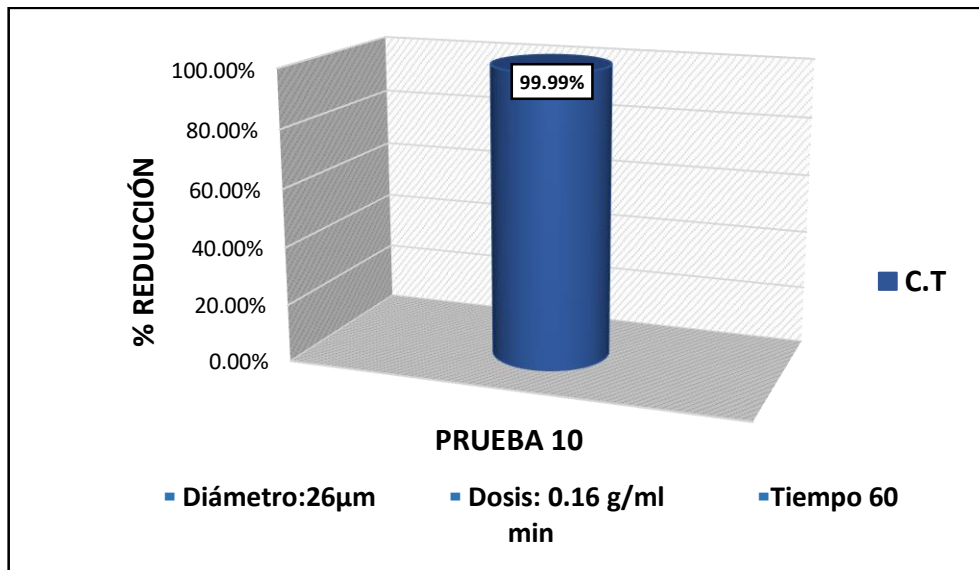


Figura 44. Porcentaje de reducción Coliformes Termotolerantes

En la tabla 44 se observa el porcentaje de remoción de los Coliformes Termotolerantes, teniendo en cuenta valor inicial promedio de 33 000 000 NMP/100L y un valor final promedio de 4 NMP/100L, lo que da una diferencia de disminución de 32 999 996 NMP/100L con respecto al valor inicial de la turbidez. Porcentualmente este valor corresponde a 99.99%.

V. DISCUSIÓN

Con respecto a los parámetros físicos, la reducción de la turbidez con la roca alcaparrosa fue 99.10%, quiere decir que redujo gran cantidad de solidos suspendidos ([Gonzales, 2011](#)). Trabajos similares con el coagulante *Opuntia ficus* logró eliminar 61.09% de turbidez ([Moreno, 2016](#)), dentro de este marco el coagulante *Moringa oleífera* redujo la turbidez 89.27% ([Meza, 2018](#)), también, se suma el coagulante de cáscara de “papa” con una reducción de la turbidez de 94.37% ([Herrera, 2015](#)), los coagulantes naturales no son ventajosos con respecto al trabajo realizado, esto se debe a que se requieren gran concentración para pequeña cantidad de agua, mayor tiempo de sedimentación y agitación ([Nandine y Sheba, 2016](#)). Con el coagulante inorgánico $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ - alumbre se logró reducir la turbidez 83.5% ([Jour et al. 2019](#)), con la desventaja de generar impacto económico y ambiental debido a la gran cantidad de lodos que genera, los cuales son difíciles de tratar ([Choque, 2018](#)), puede ser un buen coagulante, pero no alcanza lo que se consiguió en esta investigación usando la roca Alcaparrosa.

En el caso de los parámetros químicos la reducción de la DBO_5 fue de 94.62% y la DQO fue de 94.84% usando la roca Alcaparrosa. Tratamientos similares como la organoarcilla removi6 la DBO_5 68.56% y la DQO 69.53% ([Chac6n y Ramos \(2019\)](#)), los resultados son menores al tratamiento de la metodología seguida en la investigaci6n realizada, probablemente debido al tiempo de mezcla lenta que seg6n [Cueva, \(2014\)](#), indica que la mezcla lenta no debe exceder los 15 minutos de lo contrario la muestra se calienta y el rendimiento del coagulante es menor. [Bourliva et al.\(2017\)](#), con el tratamiento arcilla “bentonita” la remoci6n de la DQO fue de 80% [Jagaba y Mohammed. \(2018\)](#), con el mismo tratamiento “bentonita” redujo la DQO 90.3%, considerando esta diferencia de remoci6n al tipo de agua que se trat6. Tambi6n [Calder6n, L6pez y Siete \(2016\)](#), con el coagulante “zeolita” activada, redujeron la DBO_5 92.56% y la DQO 91.44% considerando diversos tiempo de agitaci6n y dosis de tratamientos. As6 mismo, en las investigaciones mencionadas indican que la “bentonita” y la “Zeolita” contienen mayor porcentaje de SiO_2 , seguido el Al_2O_3 , mientras que seg6n el an6lisis realizado de la roca “alcaparrosa” empleada

en esta investigación contiene mayor porcentaje de CaO seguido el Fe_2O_3 lo cual le da más ventajas en propiedades de coagulación y floculación, además no necesita de un neutralizador por la presencia del óxido de calcio, reforzado la neutralidad por el óxido férrico; se sabe que el Fe_2O_3 debido al fuerte efecto de neutralización de las cargas coloidales y un excelente efecto de adsorción de sólidos en suspensión logra una alta remoción de la turbidez, DQO, DBO_5 ([Yuambo, 2019](#)), además puede controlar olores. Además [Villacrez \(2017\)](#) con el uso del coagulante natural *Aloe Vera*, removi6 la Demanda Química del Oxígeno (DQO) 61.4% y la Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO_5) 86.32%, los porcentajes son menores a la investigación realizada además los resultados no observan la norma NTP:17025. Con otra técnica, [Espinoza \(2017\)](#), mediante un filtro de piedra pómez, remueve la DBO_5 y DQO un promedio de 53.75 en aguas servidas con altos valores iniciales de DBO_5 y DQO.

Con respecto a la reducción de los microorganismos pat6genos fue muy eficiente el uso de la roca alcaparrosa que redujo 99.99% de Coliformes Termotolerantes. Resultado igual al que obtuvo [Coronel \(2016\)](#), con el uso de un biofiltro a base de “jacinto” *Eichhornia crassipes*, pero con la ventaja que antes de pasar el biofiltro se hizo un tratamiento previo con un filtro de grava. [De la Cruz y Reyes \(2019\)](#), con la Arcilla “bentonita” removi6 81.1% de Coliformes Termotolerantes, resultado menor al trabajo realizado, esto se debi6 probablemente a la influencia del pH que fue de $\text{pH}=3$ ya que se recomienda que debe estar entre 6-8 seg6n la guía de tratamiento de aguas de [SEDAPAL, \(2000\)](#). Adem6s cuando el pH es acido afecta la química del coagulante, así como solubilidad y la carga de las partículas ([Acosta, 2006](#)).

VI. CONCLUSIONES

1. El nivel de reducción de la turbidez del agua residual doméstica generada en la localidad de Bolívar - La Libertad, fue de 99.10% NTU, mediante el tratamiento usando roca natural Alcaparrosa. Este resultado es prometedor por superar al Al_2O_3 uno de los productos químicos más comunes usados y reportados por investigaciones sobre el tema.
2. El nivel de reducción de la Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO_5) fue de 94.62% mg/l y la Demanda Química del Oxígeno (DQO) fue de 94.84% mg/l de las aguas residuales domésticas generadas en la localidad de Bolívar-La Libertad con el uso de roca natural Alcaparrosa, estos resultados permiten que el agua tenga las cualidades suficientes para ser vertido a un cuerpo de agua o ser reutilizada en riego de plantas de tallo alto, considerando por los Límites Máximos Permisibles para agua normados por el MINAM.
3. El nivel de reducción de los Coliformes Termotolerantes fue de 99.99% NMP/100L de las aguas residuales domésticas generadas en la localidad de Bolívar- La Libertad con el uso de roca natural Alcaparrosa, una reducción importante en la recuperación de aguas para volver a usar en actividades de la agricultura muy intensiva y necesaria en el lugar donde se genera estas aguas residuales domésticas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el nivel de reducción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas con mayor tiempo de sedimentación realizado en la investigación, con el fin de alcanzar su máximo potencial del coagulante y floculante roca natural Alcaparrosa. Asimismo evaluar la generación de lodos.
2. Con la intención de que se cumplan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) normada por el MINAM, se debe proveer un sistema de filtro o una laguna de estabilización para ayudar con la reducción de los parámetros DBO₅ y DQO.
3. Usar roca natural Alcaparrosa para tratar otros tipos de aguas residuales. Así mismo, trabajar en función a la variación del rango del pH del agua puesto a que dicha característica influye en el tratamiento.
4. Aplicar la metodología utilizada en la investigación para conocer el rendimiento del tratamiento roca natural alcaparrosa en la reducción de olores presentes en las aguas residuales.

REFERENCIAS

-ACOSTA, Lorenzo. Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación floculación. Sistema de Información Científica Redalyc. Vol. XL, pájgs 10-17. 2006.ISSN.0138-6204.Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120664002>

-AGUILAR, E. Utilización de semillas de tara (*Caesalpinia spinoza*) como ayudante de coagulación en el tratamiento de aguas. Tesis Universidad Nacional de Ingeniería. 2010.Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/495>

- AL-ANI, T y SARAPAA, O. Clay and clay mineralogy. 2008. Disponible en: http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/m19_3232_2008_41.pdf

-ARAUJO, Fernando, CAPELLA; Martha, RODRIGUEZ, Carmiña. Calidad del agua Ministerio del Desarrollo Económico. SENA Diseño metodológico.1ra Ed, 1990 Disponible en: https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/#.

-AROCUTIPA, Juan. Evaluación de la propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en massipo del distrito de alto Inambari–Sandia. Tesis (título de ingeniero agrícola), 2013. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4516>.

-ASHARUDDIN, S., OTHMAN, N., MOHD, N. and TAJARUDIN, H. Removal of total suspended solid by natural coagulant derived from cassava peel waste, Journal of Physics, Vol 995, pags 1-4. 2018. DOI: 10.1088/1742-6596/995/1/012040

-BANCO MUNDIAL. Tratamiento de aguas residuales en América Latina. Lima, 2015. Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2007/10/Tratamiento-aguas-residuales-Latinoamerica.pdf>.

-BARNECHEA, Ada. Coagulación. 4ªed. Págs. 152-222, 2014. Disponible en:

<http://www.ingenieroambiental.com/4014/cuatro.pdf>.

-IRIMA, A., HAMMAD, H., DESA, M. AND MUDA, Z. Extraction of natural coagulant from peanut seeds for treatment of turbid water. Earth and Environmental Science. Pags.1-3.2013.DOI:10.1088/1755-1315/16/1/012065.

-BRODTKORB Milka, HERRMANN Carlos, PEZZUTTI Norma, LEAL Pablo, GONZÁLEZ María y Estela MEISSL Estela. Mineralización de sulfuros en las ofiolitas famatinianas y rocas asociadas. Revisita de asociación geológica, Argentina. Abril-marzo, 15. Disponible en:
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/79968/CONICET_Digital_Nro.8ad98e1039164424bb17520d7552e770_sd.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

-BOURLIVA, A., MICHAILIDIS K., SIKALIDIS C., FILIPPIDIS, A and APOSTOLIDIS, N. Municipal wastewater treatment with bentonite from milos island, Greece. Bulletin of the Geological Society of Greece, Vol 43, Paj.1-9,2017. DOI:
<http://dx.doi.org/10.12681/bgsg.11660>

-CAMACHO, Jonnathan y Ordoñez, Luswin. Evaluacion de un Sistema de recuperación de aguas residuales con eichhornia crassipes, para el post tratamiento del efluente del reactor anaerobio a flujo piston. Universidad Pontifica boliviana.2008.Disponible en:https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/203/digital_15841.pdf?sequence=1&isAllowed=y

-CALDERÓN Alejandra, LÓPEZ Valeria y SIETE Camilo. Estudio comparativo de la aplicación de Zeolita activada y Carbón activado en el tratamiento de aguas residuales de la fabricación de pinturas base agua. Tesis (título de ingeniero químico). Universidad del Salvador, 2016. Disponible en:
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12509>.

-CAMPOS, Guillermo y LULE, Nallely. La observación, un método para el estudio de la realidad. México: Universidad La Salle Pachuca, Xihmai, Vol. 7, No 13, Pags.

45-60. 2012. ISBN 1870 6703

-CASTAÑEDA, Aldo y FLOREZ, Hugo. Tratamiento de las aguas residuales domésticas mediante plantas macrofita típicas en los altos de Jalisco-México, Vol. 3, 2014. ISSN: 2007-3607

-CERCADO, J y ZANDE, J. Evaluación del comportamiento de la DBO y DQO en el agua residual doméstica usando un humedal artificial de flujo su superficial con lecho de zeolita. Revista de tecnológica y sociedad. Guayaquil-Ecuador: Universidad Laica Vicente Rocafuerte. 2019. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2703>.

-CHACÓN, Isabel y RAMOS, Claudia. Optimización de parámetros para remoción de turbidez, DBO5 Y DQO mediante procesos de coagulación/floculación de aguas residuales domésticas empleando organoarcilla. Tesis (título de ingenieros Ambientales). Lima-Perú: Universidad Peruana la Unión, 2019. URI: [ttp://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2144](http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2144)

-CHOQUE, David. Capacidad floculante coagulante en el tratamiento de agua. Artículo científico scielo. Apurimac-Peru.2018. disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v38n2/rtq08218.pdf>

-CORRAL, Yadira. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. Revista ciencia s de la educación. Valencia, Vol.19, Pas 18, 2009. Disponible en: <https://es.slideshare.net/Billyjavier/validad-y-confiabilidad-de-instrumentos-de-investigación>

-CORONEL, Elver. Eficiencia del “Jacinto” de agua (*Eichhornia crassipes*) y “lentejas” de agua (*Lemna minor*) en el tratamiento de aguas residuales de la universidad nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Tesis (título de ingeniero Ambiental). Chachapoyas-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016. Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/657>

-CUEVA, Hugo. Diseño de experimentos en la remoción de metales pesados en agua residuales de la industria minera por proceso de coagulación con sulfato ferrosos. Tesis (título de ingeniero Químico). Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. URI: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_63926bee9024927ceb91dfd8e2114285

-DE LA CRUZ, Karen. Remoción de turbidez, color y Escherichia coli en agua para consumo humano, utilizando arcilla Bentonita y Moringa (*Moringa Oleífera lam*) Tesis. (título de ingeniero ambiental). Amazonas-Perú: Universidad Nacional de Amazonas, 2019, Disponible en: https://scholar.google.com/scholar?rlz=1C1CHBD_esPE833PE833&um=1&ie=UTF8&lr&q=related:bo0EnSruJOdIGM:scholar.google.com/

-DE LA CRUZ, Yeny. Efecto de la dosificación de lechada de cal en la remoción del magnesio del agua de mina de la UM Huarón. Tesis (título de ingeniero ambiental). Huancayo-Perú: Universidad Continental, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/5636>

-DIAS, Jorge. Sulfato férrico: Estructura, propiedades, riesgos y usos. Huancayo, Lima, 2017. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf.

-DIAZ, José. Coagulantes –floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de plantas y de reciclaje de chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas. Tesis (título de master en educación en la enseñanza química). Tegucigalpa-Hondura: Universidad Pedagógica Francisco Moran, 2014. Disponible en: http://www.cervantesvirtual.com/obra/coagulantes-floculantes_organicos_inorganicos-elaborados-de-plantas-y-del-reciclaje-de-la-chatarra-para-el-tratamiento-de-aguas-contaminadas/

-DIAZ, Stuart. Remoción de turbidez de aguas superficiales mediante floculación. [en Lima, Perú: Universidad privada del norte, 2018. Disponible

en:<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22046>

DINAMA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18ª Ed. Washington, APHA, 1992.

-DUCAN, Mara. Domestic wastewater treatment in developing countries. 2013. ISBN 1-84407-020-4.

-ESPINOZA, Andrés. Disminución de la DBO, DQO y STD del agua residual doméstica de Santiago de Chuco empleando un biofiltro de piedra pómez. Tesis (título de ingeniero ambiental). Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6776/espinoza_z.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

-GARCIA, P y SUAREZ, E. Las Arcillas. Propiedades y usos. propiedades y usos. 2018. Disponible en: <http://campus.usal.es/~delcien/doc/GA.PDF>.

-GARCIA, M y PEREZ, J. Aguas residuales composición. 2014. Disponible en: https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf

-GALLARDO, Eliana. Metodología de la investigación. Huancayo, Lima, 2017. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf.

-GHOSH, A. Colloidal materials. Part III. 2010. Disponible en: <https://nptel.ac.in/courses/103103033/>.

-GOMES, Néstor. Remoción de materia orgánica por coagulación y floculación. Colombia, Manizales, 2005. Disponible en: <https://www.academia.edu/7611883>.

-GONZALES, Carmen. La turbidez. Monitoreo de la calidad del

agua. 2011. Disponible en:

<http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>

-GUANILO, Anggie. Uso del *Aloe barbadensis* y *Moringa oleífera* como coagulantes en el tratamiento de aguas residuales bajo condiciones de laboratorio Ninabamba – Cajamarca, 2019. Tesis (título de ingeniero ambiental). Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo. 2019. Disponible en: http://181.224.246.201/bitstream/handle/UCV/35487/B_Guanilo_IAP.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

-GUEVARA, A y HIYAGON, G. Tratamiento de agua para remoción de plomo aplicando nanotecnología (Universidad Nacional de Ingeniería). 2012. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3362/1/guerra_aa.pdf.

-HERNANDEZ, Roberto; FERNANDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación .5°. Edición. México: Mc Grau Hill Education, 2014, pp.600. ISBN 978-1-4562-2396-0.

-Hernández, Jacheline; Mirabal, Paula y Uzcategui, Miriam. Población, muestra, informantes clave, variable y de unidad de análisis. Republica boliviana d Venezuela. 2014. Disponible en: <https://es.slideshare.net/jthd40/poblacin-muestra-informantes-clave-variable-unidad-de-anlisis>

-HERRERA, María. Evaluación del almidón de papa como floculante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, UNI revista. Vol. 6, pag 2015. DOI: http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/3243

-HUANG, X.; FENG, M.; Ni, C.; XIE, D.; Li, Z. Enhancement of nitrogen and phosphorus removal in landscape water using polymeric ferric sulfate as well as the synergistic effect of four kinds of natural rocks as promoter. College of Resources and Environmen. Vol13, (p.23), 2018. DOI: 10.1007/s11356-018-1553

-HURTADO, J. Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia (4a. ed.). Bogotá-Caracas: Ciea-Sypal y Quirón, 2012.

-INEI.CensosnacionalesLima,Perú,2017.Disponible en:https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/tomo4.pdf.

-JAGABA, A and MOHAMMED, I. Wastewater treatment using bentonite, the combinations of bentonite-zeolite, bentonite-alum, and bentonite-limestone as adsorbent and coagulant. ResearchGate, Vol 4, Pags 76-80, 2018. DOI: 10.11648/j.ijem.20180203.13

-JAYALAKSHMI, G., VARA, Saritha and DWARAPUREDDI, Bhavya. A review on native plant based coagulants for water purification. International Journal of Applied Environmental Sciences. Research India Publications, 2017, Vol 12, Number 3, Pags. 469-487, 2017. ISSN 0973-6077.Disponible en. <http://www.ripublication.com>.

-LARIOS, Fernando; GONZALES Carlos Y MORALES, Jennifer. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Vol.Nº2. Universidad San Ignacio de Loyola. 2015. Pag 5. ISSN 2311.

-LIZANA, Pedro. Tratamiento de aguas residuales para el caserío villa palambla. Repositorio institucional PRHUA. Piura, Perú, 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3636>.

-LOZANO, Antoni y LOZANO, Guillermo. Potabilización del agua: Principios de diseño, control de procesos y laboratorio. 1ª ed. Bogotá, universidad piloto de Colombia, 2015. Disponible en: <https://searchworks.stanford.edu/view/11830795>.

-LOZANO, Lorena y RODRIGUEZ, Fernando. “Efecto en la disminución de la turbidez en el agua por floculantes de *Opuntia ficus-indica* (Tuna) con diferentes procesos de extracción en el río Chonta de Cajamarca, 2018. Universidad privado Antoni Guillermo Urreglo, 2018.Disponible en:

<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/721/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

-LLANO, Bibiana; CARDONA, Jhon; OCAMPO, Davis y RIOS, Luis. Tratamiento Físicoquímico de las Aguas Residuales Generadas en el Proceso de Beneficio de Arcillas y Alternativas de Uso de los Lodos Generados en el Proceso. La Serena, 2014. ISSN 0718-0764.

-MEF. Ampliación y mejoramiento de agua potable y alcantarillado sanitario de bolívar, provincia de bolívar - la libertad. Lima, Perú, 2017. Disponible en: <http://ofi4.mef.gob.pe/directorioeip/ConsultaBancoProyProyectos.aspx>

-MEZA, Milagros. Eficiencia del coagulante natural *Hylocereus lemairei* (penca) con cloruro de sodio, agua destilada, en el tratamiento de aguas residuales domésticas para riego los olivos, 2018. Lima-Perú, Universidad Cesar Vallejo. 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/33032?show=full>.

-MINAM. Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Lima, Perú, 2011. Disponible en: https://www.wearewater.org/es/aguas-negras-el-rastro-de-nuestra-historia_281141.

-MINSA. Vigilancia y control de la calidad del agua. Lima, 2018. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4516.pdf>.

-MINSA. Calidad del agua: Factores físicos químicos y bacteriológicos de los ecosistemas acuáticos. Lima, 2018. Disponible en: https://cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_coello/diagnostico/l211.pdf

-MINSA. Guía Técnica para la Implementación, Operación y Mantenimiento del "Sistema de Tratamiento Intradomiciliario de Agua para Consumo Humano - mi agua. Lima, 2011. Disponible en:

<http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Guia%20Tecnica%20MI%20AGUA.pdf>.

-MONJE Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa Guía didáctica. Universidad surcolombiana. 2011, Paj. 14. Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

-MORILLO, Ángel. Agua Negras, el rastro de nuestra historia. India, 2017. Disponible en: https://www.wearewater.org/es/aguas-negras-el-rastro-de-nuestra-historia_281141.

-MORENO, Sandy. Disminución de la turbidez del agua del río Criznejas en la comunidad de Chuquibamba – Cajamarca utilizando (*Opuntia ficus indica*), (*Aloe vera*) y (*Caesalpinia Spinoza*). Universidad César Vallejo. Lima -Perú, 2016. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6854/moreno_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y

-MUHAMMAD, I., ABDULSALAM, S., ABDULKARIM, A. and BELLO, A. Water melon seed as a Potential coagulant for water treatment. - Global Journal of researches in Engineering - Chemical engineering. Vol. 15, (P.1-9), 2015. ISSN: 0975-586. Disponible en: https://globaljournals.org/GJRE_Volume15/2-Water-Melon-Seed.pdf

-OEFA. Fiscalización ambiental en aguas residuales. Lima, 2014. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

-ORAEKI, T., SKUTERIS, S. and OUKI, S. Optimization of coagulation-flocculation process in the treatment of wastewater from the brick-manufacturing industry, IWA PUBLISHING Vol13, pags. 780–793. 2018. DOI: <https://doi.org/10.2166/wpt.2018.089>.

-ORE, Lita. evaluación de la eficiencia del floculante de sulfato de aluminio y polifloc

(policloruro de aluminio) empleado en, la depuración de aguas con baja turbiedad en la planta de tratamiento de agua potable. Quicapata- Ayacucho. Tesis (título de ingeniero químico). Ayacucho-Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2015.Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1037>

-OTAVO, Ronal. Estudio de la remoción de la tartrazina en medio acuoso empleando como medio adsorbente una arcilla tipo bentonita. Tesis (título de magister ingeniero químico) Quito-Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2019.Disponible en:<http://www.bdigital.unal.edu.co/72992/1/ESTUDIO%20DE%20LA%20REMOCION%20DE%20LA%20TARTRAZINA%20EN%20MEDIO%20ACUOSO%20EMPLEANDO%20COMO%20MEDIO%20ADSORBENTE%20UNA%20ARCILLA%20TIPO%20BENTONITA.pdf>

-OTZEN, T y MANTEROLA, C. Técnicas y muestreo sobre una población de estudio. Lima, 2017. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

-PANCCA, Ornela. Remoción del fluoruro en agua potable por precipitación-floculación con policloruro de Aluminio y lechada de cal. Tesis (título de ingeniero químico). Puno-Perú: Universidad Nacional de Puno, 2016.Disponible en: <https://docplayer.es/91583521-Universidad-nacional-del-altiplano.html>

-RAMÍREZ, Danibett; MORENO María y CRESPO Lourdes. Influence of the particle size and the stirring speed over the pectin yield. Revista Cubana de Farmacia. Vol 50. N°1. 2016. ISSN 1561-2988.

-RIVERA, Ana. Uso de *Moringa oleífera* y carbón activado para el mejoramiento de la calidad del agua residual de lavado vehicular en el distrito de San Martín de Porres. (Universidad Cesar Vallejo). Lima -Perú, 2017.Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3595/Rivera_NAC.pdf?sequence=1

-RODRIGUEZ Cynthia, SALGADO Viviana; HERRERA Jaqueline; FERNANDEZ José y BENAVIDEZ, Cristina. Tratamiento de aguas residuales con tecnologías alternativas en una pequeña unidad doméstica -productiva. Uniciencia, Vol.27, (p.319-33) 2013. ISSN 1101 – 0275. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475947762018>.

-ROMERO, Lizeth. Evaluación de la utilización del almidón de papa, yuca y banano como vfo coagulante para el tratamiento de agua de una industria láctea. Tesis (título de ingeniero ambiental en prevención y remediación). Quito-Ecuador: Universidad de la Américas, 2019. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11565>

-SAAVEDRA, Lizet. Remoción de fósforo en aguas residuales por el método de floculación y sedimentación utilizando cal artesanal y alumbre. Tesis (título de ingeniero químico). Universidad privada San Carlos de Puno, 2016. Disponible en: <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4336>.

-SANCHEZ, Javier., PASTOR, Laura., DOÑANTE, Silvia., MIFSUT, Carlos., AYMERICH, Enrique and ROMAGUERA, Ricardo. Application of iron oxide powder for the reduction of hydrogen sulfide in the biogas from a dry anaerobic digester. Tecno Agua, Vol. Paj. 2-9, 2019. DOI: <https://www.researchgate.net/publication/337023485>

-SAINI, R., KUMAR, P., HIRA, S. and MANNA, P. Evaluation of carbofuran-mediated toxicity against human lymphocytes and red blood cells in simulated wastewater degraded by coagulation–flocculation. Environmental Science and Pollution Research. Vol 18, Paj. 245-234. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9098-y>

-SALOME, Estefany y SALVATIERRA, Jeffrey. Evaluación de la concentración de la semilla de Cassia fistula como coagulante natural y el tiempo de agitación, en el tratamiento de aguas para la potabilización en la Unidad Minera Poderosa.

Tesis(título de ingeniero químico industrial) Huancayo-Perú: Facultad de ingeniería y ciencia aplicadas, 2019,URI: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5391>

-SCIBAN, M., Klasnja, M., Antov, M y Skrbic, B. Removal of Water turbidity natural coagulants obtained from chestnut and acorn. Vol24, 2009. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.06.047>

-SEDAPAL. Tratamiento de aguas floculación y coagulación. Lima, 2000 Disponible en: http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154.

-SETHUPATHY, A. An Experimental investigation of Alum and Moringa Oleifera seed in water treatment. International journal of Advanced research, Vol.3, paj.515-518, 2015. ISSN 2320-5407.Disponible en: http://www.journalijar.com/uploads/555_IJAR-4829.pdf

-JOUR, Vivian, C., PARVIN R., VINUBALA, P and LAKSHMI. Assessment of Natural Coagulants for the Treatment of Wastewater from Metalwork Industry. JETIR Research journal. Vol. 6, Issue 5, (Ps.609-615) ,2019. DOI: 10.1729/Journal.20659

-SUNASS. Calidad del agua potable en el Perú. Lima, 2004. Disponible en: https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/agua_potable.pdf.

-VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista educación. Costa Rica, Vol. 33, Pags.155-165, 2009. ISSN: 0379-7082. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>.

-VERA, Ismael; ROJAS, Mauricio; CHAVEZ, Wlamidir y ARRIAGA, Bernardo. Evolución de materiales filtrantes para el reusó en la agricultura de aguas residuales tratadas provenientes de zonas áridas. Editorial Neogranadina, 2016, Vol.26.

DOI: <https://doi.org/10.18359/rcin.1633>.

-VILLACREZ, Jhorvys. Eficacia de un coagulante a base de aloe vera para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas. Moyobamba, 2018 Lima. Universidad Cesar Vallejo. Lima -Perú,2018. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/31614/Villacrez_HJS.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

-YUANBO, Henan. Polymeric ferric sulfate (PFS) for water treatment. EnviromentalTecnology.2019.Disponible en: <https://www.pfschina.com/product/Polymeric-ferric-sulfate-PFS.html>

-ZHANG, D., JINADASA, K., GERSBERG, R., LIU, Y., TAN, S. and NG, W. Application of constructed wetlands for wastewater treatment in tropical and subtropical regions, Elsevier, Journal of Environmental Sciences, Vol.30, (Pags.609-615), 2015 DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jes.2014.10.013>

ANEXOS

Anexo 1

Tabla26. Operacionalización de variables

REDUCCIÓN DE LOS PARÁMETRSO FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS USANDO ROCA NATURAL ALCAPARROSA					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
INDEPENDIENTE					
Uso de la roca natural Alcaparrosa	Roca sedimentaria, en su forma natural se encuentra hidratada. Así mismo presenta mayor composición química de CaO y Fe ₂ O ₃ (Díaz, 2017).	La roca natural Alcaparrosa fue medida teniendo en cuenta las características, los procesos de coagulación floculación y sedimentación.	Características de la roca	Composición típica (CaO, Fe ₂ O ₃ , H ₂ O, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , K ₂ O, MgO, Na ₂ O)	%
			Coagulación	Dosis	g
				Diametro	µm
				Agitación	RPM
				Floculación	Tiempo
			Agitación		RPM
			Tiempo	Min	
Sedimentación	Tiempo	Min			
DEPENDIENTE					
Reducción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas	Capacidad de reducción de impurezas presentes en el agua, y se logra mediante coagulantes ya sea naturales o químicos Chacón y Ramos (2019) .	La reducción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas fueron medidos teniendo en cuenta el nivel de reducción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.	Nivel de reducción de parámetros físicos	Temperatura	°C
				CE	µS/cm
				Turbidez	NTU
			Nivel de reducción de parámetros químicos	pH	1-14
				OD	mg/L
				DBO	mg/L
				DQO	mg/L
			Nivel de reducción de Parámetro Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml

Anexo2

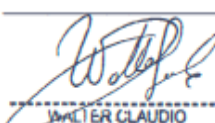
Instrumentos de recojo de datos




Ficha N° 1. Cuaderno de campo

Ubicación del área de estudio				
		Distrito	Provincia	Departamento
Fecha				
Nombre del responsable				
Coordenadas (WGS 84)	N		Zona	
	E		Altitud	
Observaciones				


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020


**WALTER CLAUDIO
 SIMON ESTRADA**
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 185715


Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862

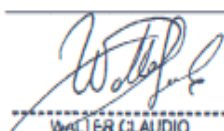

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olvera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACIT: 190718275

Ficha N° 2. Cadena de custodia

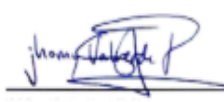
Procedencia de la muestra			
Código del punto de muestreo			
Tipo de agua			
Nombre del responsable			
Fecha de muestreo	/ /	Hora de muestreo	
Ubicación del punto de muestreo		Código	
	Coordenadas (WGS 84)	E	
		N	
	Altitud		
Análisis de los parámetros (IN-SITU)			
Equipo		Marca	Modelo
Parámetros	Unidad de medida	Resultado promedio	
Temperatura	°C		
pH	1-14		
Caudal			



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020



WALTER CLAUDIO
SIMON ESTRADA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 185715



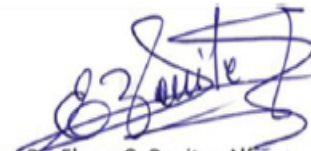
Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862



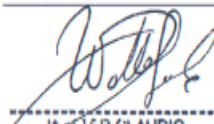
Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACIYI: PA018275

Ficha N° 3. Recolección de datos antes del tratamiento


PARÁMETROS	UNIDAD	ANTES DEL	LMP-003
		TRATAMIENTO	2010-MINAM
Temperatura	°C		
C.E	mS/cm		
pH	1-14		
OD	m/L		
Turbidez	NTU		
DBO ₅	m/L		
DQO	m/L		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL		



Dr. Elmer G. Benites Alfaro¹
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020



WALTER CLAUDIO
 SIMON ESTRADA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 185715



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862



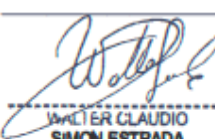
Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P00718275

Ficha N° 4. Recolección de datos de las 36 pruebas en el laboratorio


Pruebas	CUAGULACIÓN			FLOCULACIÓN	SEDIMENTACIÓN	VARIABLE RESPUESTA			
	Tiempo V. Rapida	Dosis (g/ml)	Diam (µm)	Tiempo V. Lenta	Tiempo (Min)	R1 NTU	R2 NTU	R3 NTU	(Prom) (NTU)
P1									
P2									
P3									
P4									
P5									
P6									
P7									
P8									
P9									
P10									
P11									
P12									
P13									
P14									
P15									
P16									
P17									
P18									
P19									
P20									
P21									
P22									
P23									
P24									
P25									
P26									
P27									
P28									
P29									
P30									
P31									
P32									
P33									
P34									
P35									
P36									



Dr. Elmer G. Benites Alfaro¹
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020



WALTER CLAUDIO
 SIMON ESTRADA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 185715



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862




Dr. Ing. Carlos Alberto Custodio Ulin
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130287
 RENACTIV: P0078275

Ficha N° 5. Recolección de datos de los parámetros físico-químicos y microbiológicos a condiciones óptimas – prueba10


PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LMP 003-2010 MINAM	DESPUES		
			ANTES	Diámetro	
				Dosis	% DE REMOCIÓN
Temperatura	°C				
CE	mS/cm				
pH	1-14				
OD	mg/L				
Turbidez	NTU				
DBO ₅	mg/L				
DQO	mg/L				
C.T	NMP/IOOL				



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020



WALTER CLAUDIO
 SIMON ESTRADA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 185715



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olvera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130387
 RENACIPI: P007875



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cuaderno de campo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Rengifo Pereyra Mery

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												90%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

☒ SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

☐

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 20 de mayo del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP: 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Rengifo Pereyra Mery

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 20 de mayo del 2020


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP: 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de datos antes del tratamiento
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Rengifo Pereyra Mery

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MUY BASTANTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 06 de mayo del 2020



CIP. 71998

ORCID ID: 0000-0003-1504-2089

Scopus ID de autor: 57216176765

Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

I. DATOS GENERALES

- | | |
|---|---|
| 1.1. Apellidos y Nombres: | Dr. Benites Alfaro, Elmer |
| 1.2. Cargo e institución donde labora: | Docente Universidad César Vallejo |
| 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: | Recolección de datos de las 36 pruebas en el laboratorio |
| 1.4. Autor(A) de Instrumento: | <i>Rengifo Pereyra Mery</i> |

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MUY POCO ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 06 de mayo del 2020


Dr. Elmer G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC, universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de datos de los parámetros físico-químicos y microbiológicos a condiciones óptimas – prueba 10
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Rengifo Pereyra Mery

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						NI BIEN NI MALAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 06 de mayo del 2020


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,

CIP. 71998

ORCID ID: 0000-0003-1504-2089

Scopus ID de autor: 57216176765

Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Walter Claudio Simón Estrada
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente. Universidad Cesar Vallejo
 1.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Cuaderno de campo
 1.4. **Autor(A) de Instrumento:** *Rengifo Pereyra Mery*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 11 de junio del 2020


 WALTER CLAUDIO
 SIMÓN ESTRADA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP Nº 165715

DNI No 80107002

Telf.: 971506380

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

V. DATOS GENERALES

- 5.1. **Apellidos y Nombres:** Walter Claudio Simón Estrada
 5.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente. Universidad Cesar Vallejo
 5.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Cadena de custodia
 5.4. **Autor(A) de Instrumento:** *Rengifo Pereyra Mery*

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 11 de junio del 2020


 WALTER CLAUDIO
 SIMÓN ESTRADA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 165715

DNI No 80107002

Telf.: 971506380

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. **Apellidos y Nombres:** Walter Claudio Simón Estrada
 9.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente Universidad Cesar Vallejo
 9.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos antes del tratamiento
 9.4. **Autor(A) de Instrumento:** *Rengifo Pereyra Mary*

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 11 de junio del 2020


 WALTER CLAUDIO
 SIMÓN ESTRADA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 105715

DNI No 80107002

Tel.: 971506380

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

XIII. DATOS GENERALES

- 13.1. **Apellidos y Nombres:** Walter Claudio Simón Estrada
 13.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente. Universidad Cesar Vallejo
 13.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de las 36 pruebas en el laboratorio
 13.4. **Autor(A) de Instrumento:** *Rengifo Pereyra Mery*

XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

11. CRITERIOS DE VALORACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 11 de junio del 2020


 WALTER CLAUDIO
 SIMÓN ESTRADA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 103715

DNI No 80107002

Telf.: 971506380

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5

XVII. DATOS GENERALES

- 17.1. **Apellidos y Nombres:** Walter Claudio Simón Estrada
 17.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente Universidad Cesar Vallejo
 17.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos a condiciones óptimas – prueba 10
 17.4. **Autor(A) de Instrumento:** *Rengifo Pereyra Mary*

XVIII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95%	

XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 11 de junio del 2020


 WALTER CLAUDIO
 SIMÓN ESTRADA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 105715

DNI No 80107002

Tel.: 971506380

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1.1. Apellidos y Nombres: | Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores |
| 1.2. Cargo e institución donde labora: | Docente Universidad Cesar Vallejo |
| 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: | Cuaderno de campo |
| 1.4. Autor(A) de Instrumento: | <i>Rengifo Percyra Mary</i> |

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										85%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										85%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										85%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										85%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										85%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										85%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										85%			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										85%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										85%			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 18 de junio del 2020



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862

DNI No 18120253

Telf.: 949585952

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

V. DATOS GENERALES

5.1. Apellidos y Nombres:	Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores
5.2. Cargo e institución donde labora:	Docente Universidad Cesar Vallejo
5.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:	Cadena de custodia
5.4. Autor(A) de Instrumento:	<i>Rengifo Pereyra Mary</i>

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										85%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										85%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										85%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										85%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										85%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										85%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										85%			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										85%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										85%			

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 18 de junio del 2020



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862

DNI No 18120253

Telf.: 949585952

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

IX. DATOS GENERALES

9.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores
 9.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo
 9.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de datos antes del tratamiento
 9.4. Autor(A) de Instrumento: Rengifo Parayra Mary

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										85%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										85%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										85%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										85%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										85%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										85%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										85%			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										85%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										85%			

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 18 de junio del 2020



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862

DNI No 18120253

Telf.: 949585952

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

XIII. DATOS GENERALES

13.1.	Apellidos y Nombres:	Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores
13.2.	Cargo e institución donde labora:	Docente Universidad Cesar Vallejo
13.3.	Nombre del instrumento motivo de evaluación:	Recolección de datos de las 36 pruebas en el laboratorio
13.4.	Autor(A) de Instrumento:	Rengifo Percyra Mary

XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										85%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										85%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										85%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										85%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										85%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										85%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										85%			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										85%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										85%			

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 18 de junio del 2020



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57156412905
CIP: 79862

DNI No 18120253

Telf.: 949585952

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5

XVII. DATOS GENERALES

17.1.	Apellidos y Nombres:	Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores
17.2.	Cargo e institución donde labora:	Docente Universidad Cesar Vallejo
17.3.	Nombre del instrumento motivo de evaluación:	Recolección de datos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a condiciones óptimas – prueba 10
17.4.	Autor(A) de Instrumento:	Rengifo Percyra Mary

XVIII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										85%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										85%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										85%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										85%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										85%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										85%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										85%			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										85%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										85%			

XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 18 de junio del 2020



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862

DNI No 18120253

Telf.: 949585952

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente e Investigador/ UCV Lima Norte
 1.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Cuaderno de campo
 1.4. **Autor(A) de Instrumento:** Rengifo Pereyra Mery

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										85%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										85%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										85%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										85%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										85%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										85%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										85%			
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										85%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										85%			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 22 de junio del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 5.2. Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/ UCV Lima Norte
 5.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia
 5.4. Autor(A) de Instrumento: *Rengifo Pereyra Mary*

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACCEPTABLE			ACCEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										85%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										85%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										85%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										85%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										85%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										85%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										85%			
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										85%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										85%			

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 22 de junio del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 9.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente e Investigador/ UCV Lima Norte
 9.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos antes del tratamiento
 9.4. **Autor(A) de Instrumento:** *Rengifo Pereyra Mary*

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MENTALMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										85%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										85%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										85%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										85%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										85%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										85%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										85%			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										85%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										85%			

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 22 de junio del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

XIII. DATOS GENERALES

- 13.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 13.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente e Investigador/ UCV Lima Norte
 13.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de las 36 pruebas en el laboratorio
 13.4. **Autor(A) de Instrumento:** *Rengifo Pereyra Mery*

XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MENTAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										85%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										85%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										85%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										85%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										85%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										85%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										85%			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										85%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										85%			

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 22 de junio del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5

XVII. DATOS GENERALES

- 17.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 17.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente e Investigador/ UCV Lima Norte
 17.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a condiciones óptimas – prueba 10
 17.4. **Autor(A) de Instrumento:** Rengifo Pereyra Mary

XVIII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										85%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										85%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										85%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										85%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										85%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										85%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										85%			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										85%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										85%			

XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 22 de junio del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Anexo 3

Tabla25. Matriz de consistencia

REDUCCIÓN DE LOS PARAMETRSO FÍSICO-QUÍMICOS DE LA AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS USANDO ROCA NATURAL ALCAPARROSA					
PROBLEMA	HIPOTEIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENCIONES	METODOLOGIA
Problema general: ¿Cuál será el nivel de reducción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas con el uso de roca natural Alcaparrosa?.	Hipótesis general: El uso de la roca natural Alcaparrosa reducirá los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas.	Objetivo general: Determinar el nivel de reducción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas con el uso de roca natural Alcaparrosa.	Variable independiente: Uso de la roca natural Alcaparrosa	Características de la roca	TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada Enfoque Cuantitativo DISEÑO: Experimental POBLACION Y MUESTRA: 2.57L/s de agua residual doméstica y 52L d muestra representativa TECNICA: Observación y experimentación INSTRUMENTOS: Ficha de datos
				coagulación	
				Floculación	
				Sedimentación	
Problemas específicos: ¿Cuál será el nivel de reducción de los parámetros físico de las aguas residuales domésticas con el uso de roca natural Alcaparrosa?.	Hipótesis específica: El uso de la roca natural Alcaparrosa reducirá los parámetros físico de las aguas residuales domésticas.	Problemas específicos: Determinar el nivel de reducción de los parámetros físicos de las aguas residuales domésticas con el uso de roca natural Alcaparrosa.	Variable dependiente Reducción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos	Nivel de remoción de parámetros Físicos	
				Nivel de remoción de parámetros químicos	
				Nivel de remoción de parámetros microbiológicos	
Problemas específicos: ¿Cuál será el nivel de reducción de los parámetros microbiológicos de las aguas residuales domésticas con el uso de roca natural Alcaparrosa?.	Hipótesis específica: El uso de la roca natural Alcaparrosa reducirá los parámetros microbiológicos de las aguas residuales domésticas.	Problemas específicos: Determinar el nivel de reducción de los parámetros microbiológicos de las aguas residuales domésticas con el uso de roca natural Alcaparrosa.			

Anexo 4

Resultado del análisis de la roca Alcaparrosa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE MUESTRA MINERAL

SOLICITADO POR : **ELMER BENITES ALFARO**
Procedencia de muestra : Mina Bolivar – La Libertad
Recepción de muestra : Lima, 24 de Octubre del 2019

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRA

Componentes químicos	Muestra mineral
%SiO ₂	7.40
%Al ₂ O ₃	2.60
%Fe ₂ O ₃	18.60
%MgO	0.02
%CaO	59.80
%Na ₂ O	0.04
%K ₂ O	0.01
%H ₂ O	11.30
%Ti	0.0018
%Mn	0.0015
%Cu	0.0004
%Pb	0.0012

Lima, 4 de Noviembre del 2019


MSc. Arlio Mendoza A.
Jefe Lab. ESPECTROMETRÍA

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 5

Informe del resultado inicial de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos



INFORME DE ENSAYO N° 196816 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : MERY RENGIFO PEREYRA
 Dirección : Mz. P4 Lta. 35, Calle 31 Puerta de Pro - Los Olivos
 Solicitado Por : MERY RENGIFO PEREYRA
 Referencia : Cotización N° 3897-19
 Proyecto : Reservado por el cliente
 Procedencia : Bolívar - La Libertad
 Muestreo Realizado Por : El cliente
 Cantidad de Muestra : 1
 Producto : Agua residual
 Fecha de Recepción : 24/10/2019
 Fecha de Ensayo : 24/10/2019 al 05/11/2019
 Fecha de Emisión : 05/11/2019

La muestra fue proporcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio		196816-01	
Código de Cliente		SARL01	
Fecha de Muestreo		23/10/2019	
Hora de Muestreo (h)		15:00	
Ubicación Geográfica (WGS 84)		E 0200252 N 9206322	
Tipo de Producto		Agua Residual Doméstica	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL INACAL-DA			
Análisis de Campo (%)			
Conductividad	µS/cm	---	1285
Oxígeno Disuelto	mg/L	---	1,06
pH	Und. pH	---	7,43
Temperatura de Muestra	°C	---	19,56
Turbiedad	NTU	---	172,0
Físicoquímicos			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2,0	1523
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5,0	3340

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "-" Menor que el L.C.M. o L.D.M. Indicado, "+" Reacción cuantificable, "L" = Límite de Detección de Método, "N" = No Analizado.

*: Datos proporcionados por el cliente (parámetros in situ)

†: Los métodos/indicadores no han sido acreditados por los entes INACAL-DA e IAS

Código de Laboratorio		196816-01	
Código de Cliente		SARL01	
Fecha de Muestreo		23/10/2019	
Hora de Muestreo (h)		15:00	
Ubicación Geográfica (WGS 84)		E 0200252 N 9206322	
Tipo de Producto		Agua Residual Doméstica	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL IAS			
Microbiológicos			
Total Coliform Bacteria	NMP/100 mL	1,8	3,3E+06

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "-" Menor que el L.C.M. o L.D.M. Indicado, "+" = No Analizado.

Quím. Ayda Vargas C.
 Supervisor de Laboratorio
 Inorgánico
 C.Q.P. N° 574

Bigg. Gilly Alvarez M.
 Jefe de Microbiología
 C.B.P. N° 9928

FOLIO 04

Calle B Mz C lote 40 Urb. Panamericana - Lima 31 - Perú, Central Telefónica (511) 522-3758 / 523-1828

Anexo 6

Informe de los resultados finales de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos



INFORME DE ENSAYO N° 200380

Nombre del Cliente : MERY RENGIFO PEREYRA
 Dirección : Mz. P4 Lte. 35, Calle 31 Puente de Pro - Los Olivos
 Solicitado Por : MERY RENGIFO PEREYRA
 Referencia : Cotización N° 0298-20 Tests -
 Proyecto : Mery Rengifo Pereyra
 Procedencia : Bolívar - La Libertad
 Muestreo Realizado Por : El cliente
 Cantidad de Muestra : 1
 Producto : Agua de proceso
 Fecha de Recepción : 27/01/2020 al 03/02/2020
 Fecha de Ensayo : 27/01/2020
 Fecha de Emisión : 03/02/2020

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

	Código de Laboratorio	200380-01	
	Código de Cliente	SAR.D1	
	Fecha de Muestreo	26/01/2020	
	Hora de Muestreo (h)	17:00	
	Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0200252 N 9208322	
	Tipo de Producto	Agua Residual Doméstica	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
ACREDITADO ANTE EL INACAL-DA			
Análisis de Campo (%)			
Conductividad	µS/cm	---	11.32
Oxígeno Disuelto	mg/L	---	8.17
pH	Und. pH	---	6.53
Temperatura de Muestra	°C	---	20.1
Turbiedad	NTU	---	1.54
Físicoquímicos			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	81.9
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5.0	172.3

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, % = Menor que el L.C.M. o L.D.M. Indicado, nd = No detectado, nd = Límite de Detección de Método, --- = No Analizado.
 * : Datos proporcionados por el cliente (aproximados en ella)

* : Los mejores indicadores no han sido acreditados por los entes INACAL-DA e IAS

	Código de Laboratorio	200380-01		
	Código de Cliente	SAR.D1		
	Fecha de Muestreo	26/01/2020		
	Hora de Muestreo (h)	17:00		
	Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0200252 N 9208322		
	Tipo de Producto	Agua Residual Doméstica		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados	
ACREDITADO ANTE EL IAS				
Microbiológicos				
Total Coliform Bacteria	NMP/100 mL	1,8	4,0E+00	

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, % = Menor que el L.C.M. o L.D.M. Indicado, --- = No Analizado.

Quím. Rina Vargas C.
 Supervisor de Laboratorio
 Inorgánico
 C.Q.P. N° 574

Bg. Gilly Alvarez M.
 Jefe de Microbiología
 C.S.P. N° 9328

FOU-04

Calle B Mz C lote 40 Urb. Panamericana - Lima 31 - Perú, Central Telefónica (511) 522-3758 / 523-1828

Anexo 7

Fotografías de la problemática actual en el distrito de Bolívar-La Libertad



Figura 45. *Uso del agua residual doméstica por los pobladores para sus actividades agrícolas y ganaderas*



Figura 46. *Salida del agua residual doméstica, por donde es desechada al suelo*



Figura 47. Fotografía ubicación del área de investigación, Bolívar – La Libertad

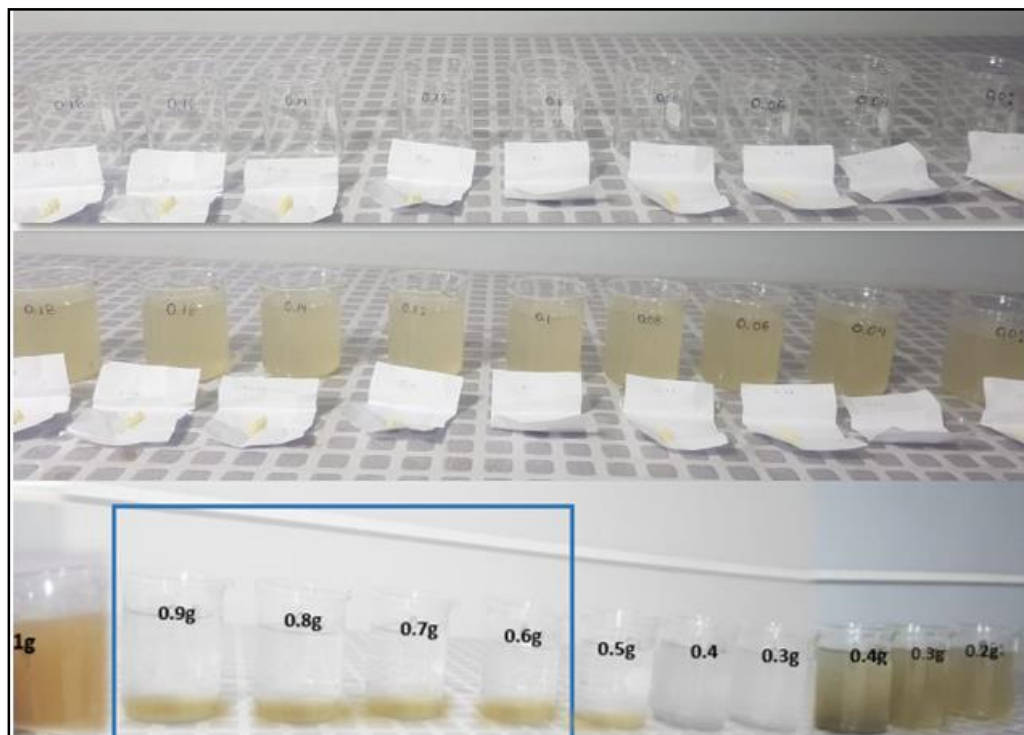


Figura 48. Fotografía de las pruebas preliminares realizadas en el laboratorio